



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



**IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA  
Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS  
PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO  
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. RUFINO ACEITUNO HUMPIRI**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**

JULIACA – PERÚ

2025



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA**  
**Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS**  
**PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO**  
**EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. RUFINO ACEITUNO HUMPIRI**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

ASESOR DE TESIS

:

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 380-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 27 de mayo del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025- CU-6186 presentado por el (la) Bachiller: RUFINO ACEITUNO HUMPIRI 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. RUFINO ACEITUNO HUMPIRI, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

**RESUELVE:**

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

- \* **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- \* **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **2do Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

**ARTICULO TERCERO. - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: RUFINO ACEITUNO HUMPIRI; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : jueves 05 de junio del 2025
- \* **HORA** : 08:30 horas
- \* **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

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

cc.  
Archivo  
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1198-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 03 de octubre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 011869 por el señor (a): **RUFINO ACEITUNO HUMPIRI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1091 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 199 - 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): **RUFINO ACEITUNO HUMPIRI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 199 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **RUFINO ACEITUNO HUMPIRI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la**, Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

**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. MILTON QUISEP HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
OFICINA DE INVESTIGACIÓN  
JULIACA, PERÚ  
  
Dr. Efraín Pantoja Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 858-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliana, 22 de agosto del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-7580, presentado el señor (a) RUFINO ACEITUNO HUMPIRI solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 813-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 240 -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) RUFINO ACEITUNO HUMPIRI ha presentado su propuesta de investigación Titulado: IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024, 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° 240 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a) RUFINO ACEITUNO HUMPIRI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES.

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

**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  
FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
OFICINA DE INVESTIGACIÓN  
Mgtr. ENRIQUE POMA GÓMEZ  
DIRECTOR  
MIP. 20000

cc:  
Archivos 01/25  
Investigación 01



## IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

### INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to udes-virtual Trabajo del estudiante	<1%
7	repository.unimilitar.edu.co Fuente de Internet	<1%



**Metadatos Complementarios**

<b>Título de la tesis</b>	
<b>IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	RUFINO ACEITUNO HUMPIRI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45788483
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0009-4151-4554">https://orcid.org/0009-0009-4151-4554</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8509-7224">https://orcid.org/0000-0001-8509-7224</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02416058
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: San Miguel Latitud: S 15° 28' 43" Longitud: O 70° 07' 27"  <a href="https://maps.app.goo.gl/6586v8hXVGMiKuZh9">https://maps.app.goo.gl/6586v8hXVGMiKuZh9</a>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – Junio 2025
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 Civil <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a> Ingeniería de Materiales <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00</a>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECTOR  
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RUFINO ACEITUNO HUMPIRI, identificado con DNI  
Nro. 45788483, 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:

IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO  
TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO  
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.

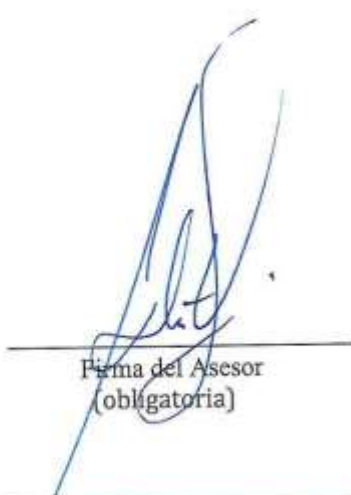
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, 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 20 de junio del 2025

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional, amor y motivación. A mis padres, por su constante confianza y sacrificio, y a mis hermanos, por su comprensión y aliento. Esta obra también está dedicada a mis profesores y compañeros, quienes compartieron su conocimiento y experiencia, contribuyendo de manera significativa a mi crecimiento académico y personal.



## AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi asesor de tesis, por su orientación, paciencia y valiosos consejos a lo largo de este proceso. Agradezco a todos mis profesores y colaboradores que, con su enseñanza y dedicación, me permitieron alcanzar este logro.

Mi agradecimiento también va para mis amigos y compañeros de carrera, quienes han sido un pilar fundamental durante estos años de estudio, y a todas las personas que de alguna u otra forma contribuyeron a la realización de este proyecto.

Finalmente, quiero agradecer a mi familia por su apoyo constante y por ser mi fuente de fortaleza en todo momento. Sin ellos, este logro no habría sido posible.



## ÍNDICE GENERAL

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

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

<b>1.1 Análisis de la situación problemática.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema.....</b>	<b>15</b>
1.2.1 Problema General.....	15
1.2.2 Problemas Específicos.....	15
<b>1.3 Objetivos de la investigación.....</b>	<b>16</b>
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
<b>1.4 Justificación de la investigación.....</b>	<b>16</b>
1.4.1 Justificación Técnica.....	16
1.4.2 Justificación Económica.....	17
1.4.3 Justificación Social.....	17
1.4.4 Justificación Ambiental.....	17
<b>1.5 Hipótesis de la investigación.....</b>	<b>18</b>
1.5.1 Hipótesis General.....	18
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	18
<b>1.6 Variables e indicadores.....</b>	<b>18</b>
1.6.1 Variable Independiente.....	18
1.6.2 Variable Dependiente.....	18
<b>1.7 Operacionalización de variables.....</b>	<b>19</b>

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

<b>2.1 Antecedentes de la investigación.....</b>	<b>20</b>
--	-----------



2.1.1	Antecedentes Internacionales.....	20
2.1.2	Antecedente Nacional.....	23
2.1.3	Antecedente de regional.....	26
<b>2.2</b>	<b>Bases teóricas.....</b>	<b>29</b>
2.2.1	Impacto de la adición de tiras de lata reciclada.....	29
2.2.1.1	Características de las latas.....	30
2.2.2	Impacto de la adición de vidrio reciclado triturado.....	30
2.2.2.1	Puzolana de vidrio.....	31
2.2.3	Concreto poroso.....	32
2.2.4	Propiedades del concreto poroso.....	33
2.2.4.1	Propiedades en estado fresco.....	34
2.2.4.2	Propiedades en estado endurecido.....	34
2.2.5	Ventajas y Desventajas del concreto permeable.....	35
2.2.6	Aplicaciones del concreto poroso.....	37
2.2.7	Componentes del concreto poroso.....	39
<b>2.3</b>	<b>Marco conceptual.....</b>	<b>41</b>
2.3.1	Concreto.....	41
2.3.2	Concreto poroso.....	41
2.3.3	Propiedades físicas.....	42
2.3.4	Propiedades mecánicas.....	42
2.3.5	Resistencia a la compresión.....	42
2.3.6	Tiras de lata reciclado.....	43
2.3.7	Vidrio reciclado triturado.....	43

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1</b>	<b>Diseño de la investigación.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2</b>	<b>Método de la investigación.....</b>	<b>44</b>
<b>3.3</b>	<b>Nivel y tipo de la investigación.....</b>	<b>45</b>
3.3.1	Nivel de la Investigación.....	45
3.3.2	Tipo de la investigación.....	45
<b>3.4</b>	<b>Enfoque de la investigación.....</b>	<b>45</b>
<b>3.5</b>	<b>Población y muestra.....</b>	<b>46</b>
3.5.1	Población.....	46
3.5.2	Muestra.....	46
<b>3.6</b>	<b>Técnicas e instrumentos de investigación para la recolección de datos ...</b>	<b>46</b>
3.6.1	Técnicas de la Investigación.....	46



3.6.2 Instrumentos de la Investigación.....	47
<b>3.7 Validación de datos .....</b>	<b>47</b>
<b>3.8 Procedimiento para la recolección de datos.....</b>	<b>48</b>
3.8.1 Desarrollo del plan de investigación .....	48
3.8.1.1 Muestreo de agregados .....	48
3.8.1.2 Etapa de laboratorio .....	49
<b>3.9 Matriz de consistencia .....</b>	<b>54</b>

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1 Resultados.....</b>	<b>55</b>
4.1.1 Variación del asentamiento en estado fresco con la incorporación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado en el concreto poroso .....	64
4.1.2 Variación de la resistencia a la compresión en estado endurecido con la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso.....	73
4.1.3 Variación de la permeabilidad en estado endurecido con la aplicación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado en el concreto poroso .....	95
<b>4.2 Discusión de resultados .....</b>	<b>117</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>120</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>124</b>



### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de Variables .....	19
Tabla 2	Propiedades de los agregados.....	52
Tabla 3	Proporciones según diseño de mezclas para una resistencia de $f'c$ 175 kg/cm <sup>2</sup> 52	
Tabla 4	Análisis granulométrico fino .....	55
Tabla 5	Análisis granulométrico grueso .....	56
Tabla 6	Peso específico y absorción de los agregados.....	57
Tabla 7	Contenido de humedad y pesos unitarios .....	59
Tabla 8	Dosificación del espécimen.....	61
Tabla 9	Dosificación del espécimen + 10% Tira de lata reciclada .....	61
Tabla 10	Dosificación del espécimen + 15% Tira de lata reciclada .....	62
Tabla 11	Dosificación del espécimen + 20% Tira de lata reciclada .....	62
Tabla 12	Dosificación del espécimen + 5% Vidrio reciclado triturado.....	63
Tabla 13	Dosificación del espécimen + 10% Vidrio reciclado triturado.....	63
Tabla 14	Dosificación del espécimen + 15% Vidrio reciclado triturado.....	64
Tabla 15	Asentamiento del espécimen patrón .....	64
Tabla 16	Asentamiento del EP + 10% TLR.....	65
Tabla 17	Asentamiento del EP + 15% TLR.....	66
Tabla 18	Asentamiento del EP + 20% TLR.....	67
Tabla 19	Asentamiento del EP + 5% VRT .....	68
Tabla 20	Asentamiento del EP + 10% VRT.....	69
Tabla 21	Asentamiento del EP + 15% VRT.....	70
Tabla 22	Comparativo del Asentamiento del TLR.....	71
Tabla 23	Comparativo del Asentamiento del VRT.....	72
Tabla 24	RC del espécimen – 7 días .....	73
Tabla 25	RC del espécimen – 14 días .....	74
Tabla 26	RC del espécimen – 28 días .....	75
Tabla 27	RC del espécimen + 10%TL – 7 días .....	76
Tabla 28	RC del espécimen + 10%TL – 14 días .....	77
Tabla 29	RC del espécimen + 10%TL – 28 días .....	78
Tabla 30	RC del espécimen + 15%TL – 7 días .....	79
Tabla 31	RC del espécimen + 15%TL – 14 días .....	80
Tabla 32	RC del espécimen + 15%TL – 28 días .....	81
Tabla 33	RC del espécimen + 20%TL – 7 días .....	82
Tabla 34	RC del espécimen + 20%TL – 14 días .....	83



Tabla 35 RC del espécimen + 20%TL – 28 días .....	84
Tabla 36 RC del espécimen + 5%VRT – 7 días .....	85
Tabla 37 RC del espécimen + 5%VRT – 14 días .....	86
Tabla 38 RC del espécimen + 5%VRT – 28 días .....	87
Tabla 39 RC del espécimen + 10%VRT – 7 días .....	88
Tabla 40 RC del espécimen + 10%VRT – 14 días .....	89
Tabla 41 RC del espécimen + 10%VRT – 28 días .....	90
Tabla 42 RC del espécimen + 15%VRT – 7 días .....	91
Tabla 43 RC del espécimen + 15%VRT – 14 días .....	92
Tabla 44 RC del espécimen + 15%VRT – 28 días .....	93
Tabla 45 Comparativo de los resultados obtenidos.....	94
Tabla 46 Permeabilidad - Espécimen patrón – 7 Días .....	95
Tabla 47 Permeabilidad - Espécimen patrón – 14 Días .....	96
Tabla 48 Permeabilidad - Espécimen patrón – 28 Días .....	97
Tabla 49 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 7 Días .....	98
Tabla 50 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 14 Días .....	99
Tabla 51 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 28 Días .....	100
Tabla 52 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 7 Días .....	101
Tabla 53 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 14 Días .....	102
Tabla 54 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 28 Días .....	103
Tabla 55 Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 7 Días .....	104
Tabla 56 Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 14 Días .....	105
Tabla 57 Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 28 Días .....	106
Tabla 58 Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 7 Días .....	107
Tabla 59 Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 14 Días .....	108
Tabla 60 Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 28 Días .....	109
Tabla 61 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 7 Días .....	110
Tabla 62 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 14 Días .....	111
Tabla 63 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 28 Días .....	112
Tabla 64 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 7 Días .....	113
Tabla 65 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 14 Días .....	114
Tabla 66 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 28 Días .....	115
Tabla 67 Comparativo de los resultados sobre la permeabilidad .....	116



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Concreto poroso .....	33
Figura 2	Proporciones de los componentes del concreto .....	41
Figura 3	Vidrio reciclado .....	32
Figura 4	Muestreo de agregados .....	48
Figura 5	Tamizado de agregados .....	49
Figura 6	Prueba de contenido de humedad .....	50
Figura 7	Prueba de peso específico .....	51
Figura 8	Prueba de peso unitario .....	51
Figura 9	Prueba de asentamiento .....	53
Figura 10	Prueba de rotura de briquetas .....	54
Figura 11	Análisis granulométrico fino .....	56
Figura 12	Análisis granulométrico grueso .....	57
Figura 13	Peso específico de los agregados .....	58
Figura 14	Absorción de los agregados .....	58
Figura 15	Peso unitario - Suelto .....	59
Figura 16	Peso unitario - Varillado .....	60
Figura 17	Contenido de humedad .....	60
Figura 18	Asentamiento de la muestra convencional de concreto poroso .....	65
Figura 19	Asentamiento del EP + 10% TLR .....	66
Figura 20	Asentamiento del EP + 15% TLR .....	67
Figura 21	Asentamiento del EP + 20% TLR .....	68
Figura 22	Asentamiento del EP + 5% VRT .....	69
Figura 23	Asentamiento del EP + 10% VRT .....	70
Figura 24	Asentamiento del EP + 15% VRT .....	71
Figura 25	Comparativo del Asentamiento del TLR .....	72
Figura 26	Comparativo del Asentamiento del VRT .....	73
Figura 27	RC del espécimen – 7 días .....	74
Figura 28	RC del espécimen – 14 días .....	75
Figura 29	RC del espécimen – 28 días .....	76
Figura 30	RC del espécimen + 10%TL – 7 días .....	77
Figura 31	RC del espécimen + 10%TL – 14 días .....	78
Figura 32	RC del espécimen + 10%TL – 28 días .....	79
Figura 33	RC del espécimen + 15%TL – 7 días .....	80
Figura 34	RC del espécimen + 15%TL – 14 días .....	81



Figura 35 RC del espécimen + 15%TL – 28 días .....	82
Figura 36 RC del espécimen + 20%TL – 7 días .....	83
Figura 37 RC del espécimen + 20%TL – 14 días .....	84
Figura 38 RC del espécimen + 20%TL – 28 días .....	85
Figura 39 RC del espécimen + 5%VRT – 7 días .....	86
Figura 40 RC del espécimen + 5%VRT – 14 días .....	87
Figura 41 RC del espécimen + 5%VRT – 28 días .....	88
Figura 42 RC del espécimen + 10%VRT – 7 días .....	89
Figura 43 RC del espécimen + 10%VRT – 14 días .....	90
Figura 44 RC del espécimen + 10%VRT – 28 días .....	91
Figura 45 RC del espécimen + 15%VRT – 7 días .....	92
Figura 46 RC del espécimen + 15%VRT – 14 días .....	93
Figura 47 RC del espécimen + 15%VRT – 28 días .....	94
Figura 48 Comparativo de los resultados obtenidos.....	95
Figura 49 Permeabilidad - Espécimen patrón – 7 Días .....	96
Figura 50 Permeabilidad - Espécimen patrón – 14 Días .....	97
Figura 51 Permeabilidad - Espécimen patrón – 28 Días .....	98
Figura 52 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 7 Días .....	99
Figura 53 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 14 Días .....	100
Figura 54 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 28 Días .....	101
Figura 55 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 7 Días .....	102
Figura 56 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 14 Días .....	103
Figura 57 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 28 Días .....	104
Figura 58 Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 7 Días .....	105
Figura 59 Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 14 Días .....	106
Figura 60 Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 28 Días .....	107
Figura 61 Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 7 Días .....	108
Figura 62 Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 14 Días .....	109
Figura 63 Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 28 Días .....	110
Figura 64 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 7 Días .....	111
Figura 65 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 14 Días .....	112
Figura 66 Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 28 Días .....	113
Figura 67 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 7 Días .....	114
Figura 68 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 14 Días .....	115
Figura 69 Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 28 Días .....	116
Figura 70 Comparativo de los resultados sobre la permeabilidad .....	117



## RESUMEN

La investigación "Impacto de la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre las propiedades de un concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024" analiza el efecto de estos materiales reciclados en el desempeño del concreto poroso. Se empleó un diseño experimental de tipo aplicado con un nivel explicativo. La población estuvo conformada por un diseño de concreto permeable de 175 kg/cm<sup>2</sup>, con adiciones de tiras de lata reciclada (10%, 15% y 20%) y vidrio reciclado triturado (5%, 10% y 15%). La muestra incluye especímenes evaluados a los 7, 14 y 28 días. Los resultados mostraron que el asentamiento del espécimen patrón fue de 0.52 pulgadas, reduciéndose a 0.44, 0.37 y 0.27 pulgadas con 10%, 15% y 20% de tiras de lata, disminuyendo, con vidrio reciclado triturado el asentamiento se redujo a 0.48, 0.42 y 0.36 pulgadas con 5%, 10% y 15% de vidrio reciclado. La resistencia a la compresión del modelo patrón a los 28 días fue 182,42 kg/cm<sup>2</sup>. Con tiras de lata (10%, 15% y 20%), aumentó a 201.00, 212.65 y 222.97 kg/cm<sup>2</sup>, incrementándose en 10.19%, 16.57% y 22.23%. Con vidrio reciclado triturado (5%, 10% y 15%), se obtuvieron 197,51, 219,65 y 210,13 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la permeabilidad, el espécimen patrón presentó 0,74 cm/seg a los 28 días. Con tiras de lata, los valores fueron 0.78, 0.84 y 0.89 cm/seg, mientras que con vidrio reciclado triturado se redujo a 0.69, 0.64 y 0.58 cm/seg. Se concluye que la adición de tiras de lata mejora la resistencia a la compresión, mientras que el vidrio reciclado reduce la permeabilidad, haciendo viable su uso en infraestructura sostenible.

**Palabras claves:** Tiras de lata reciclada, Vidrio reciclado triturado, Concreto poroso.



## ABSTRACT

The research "Impact of Adding Recycled Tin Strips and Crushed Recycled Glass on the Properties of Porous Concrete for Pedestrian Access in the San Miguel 2024 District" analyzes the effect of these recycled materials on the performance of porous concrete. An applied experimental design with an explanatory level was used. The population consisted of a 175 kg/cm<sup>2</sup> permeable concrete design, with additions of recycled tin strips (10%, 15%, and 20%) and crushed recycled glass (5%, 10%, and 15%). The sample includes specimens evaluated at 7, 14, and 28 days. The results showed that the settlement of the standard specimen was 0.52 inches, reducing to 0.44, 0.37 and 0.27 inches with 10%, 15% and 20% of tin strips, decreasing, with crushed recycled glass the settlement was reduced to 0.48, 0.42 and 0.36 inches with 5%, 10% and 15% of recycled glass. The compressive strength of the standard model at 28 days was 182.42 kg/cm<sup>2</sup>. With tin strips (10%, 15% and 20%), it increased to 201.00, 212.65 and 222.97 kg/cm<sup>2</sup>, increasing by 10.19%, 16.57% and 22.23%. With crushed recycled glass (5%, 10%, and 15%), 197.51, 219.65, and 210.13 kg/cm<sup>2</sup> were obtained. Regarding permeability, the standard specimen presented 0.74 cm/sec at 28 days. With tin strips, the values were 0.78, 0.84, and 0.89 cm/sec, while with crushed recycled glass it was reduced to 0.69, 0.64, and 0.58 cm/sec. It is concluded that the addition of tin strips improves compressive strength, while recycled glass reduces permeability, making its use viable in sustainable infrastructure.

**Keywords:** Recycled can strips, Recycled crushed glass, Porous concrete.



## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de infraestructura moderna tiene beneficios directos e indirectos, como la mejora de las condiciones de vida en la zona y en el país en su conjunto. Sin embargo, es crucial reconocer los problemas que surgen como resultado de estas mejoras. Un problema importante es la enorme cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD), que se agrava aún más cuando no se implementan métodos adecuados de eliminación. Esto lleva a que las personas viertan RCD en espacios públicos o incluso privados, lo que contamina el suelo y las aguas superficiales, altera las características físicas de las fuentes de agua e incluso puede causar inundaciones.

El hormigón permeable es un material de construcción generalmente compuesto de cemento, agua y áridos gruesos. Dos de sus características más importantes son su gran resistencia mecánica y su alta permeabilidad, ambas derivadas de su composición. Por ello, es fundamental lograr un equilibrio adecuado entre estas dos características para garantizar el mejor rendimiento del material en aplicaciones reales.

La superficie porosa de este tipo de hormigón es una de sus cualidades más destacadas. No solo permite un drenaje eficaz del agua, sino que también actúa como amortiguador del ruido producido por el tráfico rodado. Gracias a esta cualidad, la capa de agua que se acumula en las carreteras durante la temporada de lluvias se reduce considerablemente, lo que mejora la tracción de los neumáticos y contribuye a una conducción más segura. Además, el alto contenido de huecos de la estructura de hormigón ayuda a prevenir las salpicaduras y la reflexión de la luz, características que influyen positivamente en la visibilidad y la seguridad vial.

**Capítulo I:** Este capítulo presenta el planteamiento del problema que origina la investigación, acompañado de la formulación del problema general y los problemas específicos. Asimismo, se desarrollan los objetivos generales y específicos que orientan el estudio. Se justifica la relevancia teórica, práctica y social del trabajo, y se plantean las



hipótesis correspondientes. Finalmente, se definen las variables de estudio con sus respectivas dimensiones e indicadores.

**Capítulo II:** En este apartado se incluyen los antecedentes de investigación a nivel internacional, nacional y local, que permiten situar el estudio dentro del contexto académico existente. Asimismo, se desarrollan las bases teóricas que sustentan el marco conceptual, incluyendo definiciones clave, teorías relevantes y enfoques metodológicos vinculados a la temática de estudio.

**Capítulo III:** Este capítulo describe el diseño metodológico adoptado para el estudio. Se especifica el tipo y nivel de investigación, el método científico empleado, así como la población y muestra seleccionada. También se detallan las técnicas e instrumentos de recolección de datos, su validación y confiabilidad. Finalmente, se expone el procedimiento para el análisis y procesamiento de los datos obtenidos.

**Capítulo IV:** En esta sección se presentan los resultados obtenidos del trabajo de campo o experimental, organizados de manera clara mediante cuadros, gráficos y análisis estadístico. Posteriormente, se realiza la discusión de los hallazgos en función de los objetivos planteados, contrastándolos con la teoría revisada y los antecedentes previamente expuestos. Finalmente, se presenta la lista de fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo un estilo de citación estandarizado (APA).



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel global, la creciente acumulación de residuos sólidos inorgánicos como el vidrio y los metales ligeros (por ejemplo, aluminio de latas) representa un serio problema ambiental. Se estima que el mundo genera más de 100 millones de toneladas de vidrio al año, de las cuales solo una fracción es reciclada de manera eficiente (Mavroulidou et al., 2020). La industria de la construcción ha empezado a integrar estos materiales como aditivos o reemplazos parciales en mezclas de concreto, obteniendo resultados favorables en términos de resistencia, durabilidad y sostenibilidad (Zhao et al., 2021).

En el Perú, el tratamiento de residuos reciclables sigue siendo limitado, especialmente en zonas urbanas intermedias y rurales. Según el MINAM (2022), solo el 1.9% del total de residuos sólidos generados a nivel nacional es valorizado adecuadamente. El vidrio y las latas metálicas, que podrían representar recursos útiles para el sector construcción, terminan frecuentemente en botaderos, contaminando suelos y cuerpos de agua.

El distrito de San Miguel, ubicado en la provincia de San Román, región Puno, enfrenta diversos problemas relacionados con la gestión inadecuada de residuos sólidos reciclables. En los últimos años, el incremento del consumo de productos envasados ha

derivado en una mayor acumulación de botellas y envases de vidrio, así como de latas de bebidas, muchos de los cuales no son recolectados por recicladores ni clasificados por los municipios.

En este contexto, la incorporación de materiales reciclados como tiras de lata y vidrio triturado en la elaboración de concreto poroso podría representar una alternativa viable para mejorar simultáneamente la infraestructura vial y la gestión de residuos. No obstante, no existen estudios en el distrito que evalúen técnicamente el efecto de estos residuos sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso, lo cual limita su aplicación práctica e impide el desarrollo de soluciones constructivas sostenibles adaptadas al entorno local.

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Problema General*

¿Cuál es impacto de la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre las propiedades de un concreto poroso en el distrito de San Miguel 2024?

### 1.2.2 *Problemas Específicos*

- a. ¿Cuál es la variación de la propiedad de asentamiento en estado fresco con la incorporación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024?
- b. ¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión en estado endurecido con la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024?
- c. ¿Cuál es la variación de la permeabilidad en estado endurecido con la aplicación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024?

### 1.3 Objetivos de la investigación

#### 1.3.1 *Objetivo General*

Analizar el impacto de la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre las propiedades de un concreto poroso en el distrito de San Miguel 2024.

#### 1.3.2 *Objetivos Específicos*

- a. Determinar la variación de la propiedad de asentamiento en estado fresco con la incorporación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.
- b. Determinar la variación de la resistencia a la compresión en estado endurecido con la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.
- c. Determinar la variación de la permeabilidad en estado endurecido con la aplicación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.

### 1.4 Justificación de la investigación

#### 1.4.1 *Justificación Técnica*

Desde el punto de vista técnico, esta investigación aporta conocimiento innovador al analizar el efecto combinado de dos residuos sólidos —tiras de lata reciclada y vidrio triturado— sobre las propiedades físicas y mecánicas de un concreto poroso. El estudio permitirá determinar cómo varía el comportamiento del concreto en estado fresco (asentamiento) y en estado endurecido (resistencia a la compresión y permeabilidad), lo cual es fundamental para evaluar su viabilidad estructural y funcional. Asimismo, la generación de una mezcla optimizada de concreto poroso con aditivos reciclados representa un aporte valioso a la ingeniería civil y al diseño de materiales sostenibles. Este conocimiento puede ser utilizado como base para futuras normativas técnicas locales o



regionales que fomenten el uso de residuos valorizables en obras de infraestructura urbana, especialmente en zonas con necesidades de drenaje y tránsito peatonal.

#### **1.4.2 Justificación Económica**

Económicamente, la utilización de residuos como materia prima para la elaboración de concreto poroso representa una alternativa de bajo costo frente a los materiales convencionales. Al emplear tiras de lata y vidrio reciclado —materiales de desecho con disponibilidad en el entorno urbano— se reduce la dependencia de insumos vírgenes, lo que puede traducirse en una disminución del costo de producción por metro cúbico de concreto.

#### **1.4.3 Justificación Social**

Socialmente, esta investigación se orienta a generar soluciones sostenibles y funcionales para el mejoramiento de la calidad de vida de la población del distrito de San Miguel, provincia de San Román – Juliaca. La aplicación de concreto poroso con materiales reciclados en accesos peatonales puede contribuir a reducir los riesgos asociados a la acumulación de agua, mejorar la transitabilidad, y fomentar entornos urbanos más seguros y accesibles.

#### **1.4.4 Justificación Ambiental**

Se justifica por su contribución directa a la reducción de residuos sólidos urbanos, específicamente de vidrio y metal, materiales que habitualmente son descartados sin ser valorizados. Al incorporar tiras de lata reciclada y vidrio triturado en la fabricación de concreto poroso, se promueve una práctica de reutilización sostenible que disminuye la presión sobre los botaderos y rellenos sanitarios del distrito de San Miguel y la provincia de San Román, donde la gestión de residuos aún enfrenta serias limitaciones.

## 1.5 Hipótesis de la investigación

### 1.5.1 Hipótesis General

El impacto de la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado mejorará las propiedades de un concreto poroso en el distrito de San Miguel 2024.

### 1.5.2 Hipótesis Específicas

- a. La variación de la propiedad de asentamiento en estado fresco será mínima con la incorporación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.
- b. La variación de la resistencia a la compresión en estado endurecido será buena ya que se incrementará con la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.
- c. La variación de la permeabilidad en estado endurecido será irregular puesto que variará con la aplicación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.

## 1.6 Variables e indicadores

### 1.6.1 Variable Independiente

Tiras de lata reciclada y Vidrio reciclado triturado

#### Indicadores

- Porcentaje de adición de tiras de lata reciclada de 10%, 15% y 20%
- Porcentaje de adición de vidrio reciclado triturado de 5%, 10% y 15%

### 1.6.2 Variable Dependiente

Propiedades del concreto poroso

#### Indicadores

- Asentamiento (Slump)

- Resistencia a la compresión
- Permeabilidad

### 1.7 Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de Variables*

<b>Variable Independiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos de Medición</b>
Tiras de lata reciclada y Vidrio reciclado triturado	Las tiras de lata reciclada y el vidrio reciclado triturado se utilizan como materiales reciclados para mejorar las propiedades del concreto, incrementar su sostenibilidad y reducir el impacto ambiental.	- Adición de tiras de lata reciclado  - Adición de vidrio reciclado triturado	Combinación de materiales  Combinación de materiales	Fichas de diseño de mezclas
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos de Medición</b>
Propiedades del concreto poroso	El propósito del hormigón poroso, a veces llamado hormigón permeable o drenante, es permitir que el agua fluya a través del material en lugar de acumularse en la parte superior.	Propiedades físicas  Propiedades mecánicas	Asentamiento  Resistencia a la compresión  Permeabilidad	Equipos de laboratorio  Control de calidad

*Nota.* Elaboración Propia.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

Según, Cervantes (2020) su tesis "Estudio de factibilidad del concreto permeable y su posible aplicación en la ciudad de Barranquilla, Colombia". Este estudio busca examinar los efectos estructurales y funcionales del uso de concreto permeable como una opción más ecológica para ciudades con problemas de drenaje. Su enfoque principal es garantizar que la resistencia, la permeabilidad y la estabilidad dimensional no se vean comprometidas al permitir la infiltración de agua de lluvia. Tomando como referencia las directrices técnicas de la norma ACI 522R, se realizó un estudio comparativo de 50 diseños de mezclas de concreto permeable, tanto a nivel local como global. Barranquilla, Colombia, presenta un déficit estructural en su sistema de drenaje pluvial, lo que provoca la formación de grandes arroyos y escorrentías peligrosas durante lluvias torrenciales. Con base en este marco regulatorio, se sugirieron dos diseños de mezcla específicos para evaluar su idoneidad para la ciudad.

Se emplearon métodos estadísticos, como la regresión lineal simple y múltiple, para descubrir correlaciones significativas entre las variables involucradas en la evaluación



técnica. También se emplearon herramientas cuantitativas, como tablas y gráficos, para mostrar los resultados. Un coeficiente de correlación múltiple de 0,88 y un coeficiente de determinación ajustado ( $R^2$ ) de 0,54 fueron los resultados del análisis de regresión múltiple realizado en diseños tradicionales de hormigón permeable. Estos valores indican una fuerte relación entre las variables y una capacidad moderada del modelo para explicar la variabilidad observada. Considerando el desempeño hidráulico, la capacidad de infiltración durante la lluvia para el diseño de mezcla N1 fue de 223,8 mm/h, mientras que para el diseño N2 fue de 96 mm/h. La discrepancia entre los dos diseños se debe a los porcentajes de vacíos calculados, que son del 24% y el 20%, respectivamente. A la luz de estos hallazgos, se puede inferir que el hormigón permeable ofrece una manera práctica y rentable de abordar los problemas de drenaje urbano, a la vez que tiene un impacto positivo en la sostenibilidad ambiental de la infraestructura de la ciudad.

Según, Aponte y Rojas (2021) su estudio "Evaluación teórica, aplicaciones y proceso constructivo del concreto permeable para ser implementado como capa de rodadura en una vía". Un material compuesto conocido como hormigón permeable suele estar compuesto por cemento hidráulico, agua y árido grueso como mezcla básica. Sin embargo, para mejorar la trabajabilidad o la resistencia superficial, ocasionalmente puede contener aditivos químicos o una pequeña cantidad de árido fino. La característica fundamental de este tipo de pavimento es su estructura, compuesta por huecos interconectados. Estos espacios permiten que el agua fluya a través del pavimento de forma regulada, ya sea para penetrar en el subsuelo o para ser recolectada para su uso posterior. Gracias a esta característica, constituye una solución constructiva eficaz contra la escorrentía superficial, las inundaciones urbanas y la reducción de la recarga de acuíferos. Aceras, ciclovías, aparcamientos, carreteras de bajo tráfico, jardines de lluvia y zonas de gestión sostenible de aguas pluviales son algunas de las numerosas características del entorno construido que se han beneficiado enormemente del uso generalizado del hormigón permeable en los países industrializados. Sin embargo, el



hormigón permeable es un material relativamente nuevo y no se utiliza habitualmente en proyectos de infraestructura vial y urbana en países como Colombia. La ausencia de directrices específicas para su uso y la falta de comprensión por parte del público general de sus características, limitaciones y proceso de construcción son factores que contribuyen. Por lo tanto, el propósito de esta investigación es profundizar en las características básicas del hormigón permeable, como sus propiedades mecánicas y físicas, sus beneficios operativos, sus limitaciones técnicas, sus posibles usos y la mejor manera de construirlo para que funcione. Este material tiene el potencial de contribuir al desarrollo urbano sostenible y a las técnicas de adaptación al cambio climático, y puede mitigar los efectos negativos de las superficies impermeables típicas. También examinaremos las implicaciones ambientales y económicas de su aplicación.

Según, Duque (2021) su estudio "Desempeño de un concreto permeable elaborado con agregados reciclados para aplicación en senderos de tráfico liviano". Los residuos de construcción y demolición (RCD) se han generado a un ritmo alarmante en los últimos años debido a la rápida expansión de la infraestructura nacional. Por ello, esta investigación busca una solución más viable y respetuosa con el medio ambiente. Se han presentado importantes problemas de contaminación del suelo y las aguas superficiales debido a que este material no puede depositarse en vertederos sin un tratamiento adecuado, ya que no cumple con los criterios de los residuos sólidos urbanos tradicionales. Considerando esta situación, se sugiere su uso en la producción de componentes de hormigón poroso para vías con poco tráfico, lo que facilitaría la gestión de residuos y reduciría el impacto ambiental. Los ladrillos cocidos y los fragmentos de hormigón constituyen la mayor parte de los RCD en el departamento de Antioquia; estas piezas presentan una amplia gama de comportamiento físico y resistencia. Por lo tanto, este estudio separa los RCD en sus componentes (el ladrillo rojo y el hormigón) para determinar las proporciones óptimas para producir hormigón con suficiente resistencia y utilidad.



El enfoque se ha desarrollado en numerosas etapas desde un punto de vista experimental. Lo primero es encontrar métodos estandarizados para la caracterización de materiales y consultar la literatura técnica y normativa. El siguiente paso fue someter los agregados reciclados y pétreos a una serie de experimentos de laboratorio diseñados para medir sus características básicas, como densidad, abrasión y absorción. Estos hallazgos fundamentaron el desarrollo de mezclas de concreto permeable que luego se moldearon en especímenes cilíndricos y prismáticos para una serie de pruebas. Los especímenes contruidos con agregados reciclados se compararon con una muestra de control que utilizó agregados de piedra natural en términos de rendimiento. Los hallazgos confirmaron la viabilidad técnica y ambiental de los hormigones que contienen CDW para ciertos usos sin sacrificar la integridad estructural incorporada, a pesar de que su rendimiento mecánico es marginalmente peor que el de los hormigones sin CDW. Esto los hace ideales para aplicaciones de baja demanda como pasarelas peatonales.

### **2.1.2 Antecedente Nacional**

Según, Pereyra (2023) su tesis "Evaluación de un concreto permeable adicionando diferentes porcentajes de puzolana de vidrio reciclado para su aplicación en veredas y ciclovías en el distrito de Reque-Chiclayo 2021". El hormigón permeable se utiliza para la construcción de aceras y ciclovías. Este estudio pretende evaluar los efectos del empleo de puzolana de vidrio reciclado, con un tamaño de partícula de 0,15 mm, en parte como alternativa al cemento en este proceso. Para examinar su efecto sobre las propiedades mecánicas e hidráulicas del material, especialmente en casos de precipitaciones extremas como la registrada durante el fenómeno de El Niño de 1998, cuya intensidad máxima alcanzó los 91,6 mm/h, se consideraron porcentajes de reemplazo del 10 %, 15 % y 30 % en peso de cemento. El estudio también examinó cantidades menores de puzolana reciclada al 1 % y al 2 % para ampliar el rango experimental. Los indicadores de rendimiento del hormigón, como el asentamiento, la temperatura, la densidad teórica del hormigón fresco, la densidad del hormigón endurecido, la resistencia a la compresión y la

tasa de infiltración, se incluyeron como variables dependientes, mientras que el contenido de puzolana de vidrio reciclado y los áridos naturales se utilizaron como indicadores independientes. Dado que este estudio empleó una técnica experimental, se fabricaron 72 probetas cilíndricas de dimensiones estándar (15 x 30 cm). De estas, 54 se sometieron a pruebas de resistencia a la compresión y 18 se utilizaron para investigar parámetros hidráulicos como el contenido de huecos y la permeabilidad. En cada proporción probada, los hallazgos mostraron que el concreto permeable con agregado de  $\frac{3}{4}$ " y 10% de finos y una relación agua/cemento de 0,35 produjo resultados satisfactorios. Sin embargo, los diseños que integraron 0% y 2% de puzolana de vidrio reciclado resultaron ser los más efectivos en términos de resistencia y capacidad de infiltración. Estos diseños lograron tasas de infiltración de 2,52 L/m<sup>2</sup>/s y 2,59 L/m<sup>2</sup>/s, respectivamente, y resistencias a la compresión de 177,29 kg/cm<sup>2</sup> y 176,72 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días. Se observaron desempeños alrededor de la resistencia mínima necesaria en los porcentajes medios (1%, 10% y 30%), lo que indica que una mayor energía de compactación podría mejorar su actividad. En general, los hallazgos dan crédito a la idea de que el uso de vidrio reciclado en concreto permeable como puzolana activa es una opción técnica y ambientalmente viable para proyectos urbanos con un efecto estructural modesto.

Según, Callo (2019) su tesis, "Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades físico-mecánicas del concreto permeable para su empleo en el Jr. Huascarán, Huaraz - 2019". La infraestructura vial de la ciudad de Huaraz se ha visto gravemente afectada debido a las fuertes lluvias de los últimos años y a los problemas estructurales del sistema de drenaje pluvial. Las vías urbanas se convierten en auténticos conductos de agua debido a estas precipitaciones, lo que representa una amenaza tanto para peatones como para conductores y acelera la degradación de las superficies viales. Una posible solución a este problema es el uso de hormigón permeable como capa superior para pavimentos rígidos. Esto permitirá que el agua de lluvia penetre con mayor eficiencia en las capas inferiores del suelo y reducirá significativamente la escorrentía superficial. El objetivo principal de



este estudio es determinar la viabilidad del uso de hormigón permeable como superficie vial en zonas urbanas, específicamente en el barrio Centenario de Huaraz, en calles como Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas, mediante el desarrollo de una mezcla adecuadamente diseñada que cumpla con los parámetros mecánicos necesarios. De acuerdo con los criterios establecidos en la norma ACI 522R-10, se crearon dos diseños de mezclas de hormigón permeable para la investigación. Estas mezclas incluían partículas gruesas de  $\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{8}$ ". Parámetros clave como la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y el coeficiente de permeabilidad se evaluaron mediante experimentos de laboratorio tras el moldeo de probetas a partir de estos diseños. Con una resistencia a la compresión de  $180,68 \text{ kg/cm}^2$  y una resistencia a la flexión de  $28,33 \text{ kg/cm}^2$ , el diseño elaborado con agregado de  $\frac{3}{8}$ " demostró un rendimiento mecánico superior, lo que sugiere su viabilidad estructural como capa de rodadura en pavimentos ligeros. Por otro lado, el diseño con agregado de  $\frac{1}{2}$ " presentó una mayor capacidad hidráulica y un excelente coeficiente de permeabilidad para zonas con fuertes lluvias, de  $0,492 \text{ cm/s}$ . Según estos resultados, el hormigón permeable, si se fabrica correctamente, podría ser una solución completa y eficaz para prevenir el colapso de los sistemas de drenaje urbano, lo que reportaría varios beneficios para Huaraz, como una mayor seguridad vial y la sostenibilidad de la infraestructura a largo plazo.

Según, Huayllani (2022) su tesis "Influencia de las fibras de hojalata reciclada en las propiedades del pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , Cusco - 2022". El estudio empleó una metodología cuantitativa con enfoque explicativo y un diseño cuasiexperimental. Un pavimento inflexible con una resistencia típica de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  se sometió a ensayos mecánicos e hidráulicos para determinar el efecto de las fibras de hojalata reciclada sobre estos parámetros. Con este objetivo, se desarrolló una mezcla típica de hormigón tradicional, donde las fibras de hojalata reciclada representan entre el 2 % y el 4 % del peso del cemento. Para la investigación, se preparó una muestra representativa utilizando 30 probetas cilíndricas para ensayos de compresión y 27 vigas prismáticas para ensayos

de flexión, además de 9 nuevas mezclas. Para analizar el comportamiento general del hormigón reciclado, se realizaron experimentos de laboratorio estandarizados para evaluar factores como la trabajabilidad, la permeabilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión. Los hallazgos mostraron que la trabajabilidad del hormigón se redujo drásticamente, con un asentamiento de 33 mm en la combinación de hojalata al 4% en comparación con 79 mm en la mezcla sin fibra, todo porque las fibras interferían mecánicamente con el flujo del hormigón nuevo. La permeabilidad aumentó un 9,79% y un 14,87% en comparación con la muestra de referencia para las dosis del 2% y del 4%, respectivamente. Con respecto a las características mecánicas, la resistencia a la compresión aumentó paso a paso, de 280,6 kg/cm<sup>2</sup> (0%), 305,7 kg/cm<sup>2</sup> (2%) y 323,9 kg/cm<sup>2</sup> (4%), culminando en una mejora del 15,44% en la dosis máxima. Además, la resistencia a la flexión fue un 4,69% mayor para la combinación de fibra al 2% y un 8,06% mayor para la mezcla de fibra al 4%. Con base en estos resultados, podemos afirmar que el uso de fibras de hojalata reciclada en el concreto incrementa su capacidad de drenaje superficial y fortalece su integridad estructural; la dosis óptima para su desempeño mecánico e hidráulico fue del 4%.

### **2.1.3 Antecedente de regional.**

Según, Mamani (2022) su tesis "Influencia de la adición de fibras de vidrio en las propiedades mecánicas e hidráulicas del concreto permeable  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> empleado para pavimentos en la ciudad de Juliaca". Esta investigación se propuso evaluar cómo la adición de fibras de vidrio a un concreto permeable con una resistencia típica de  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>, material destinado a pavimentos urbanos en Juliaca, afecta sus cualidades mecánicas e hidráulicas. Para lograrlo, se sometieron a pruebas de laboratorio muestras de hormigón elaboradas con un diseño de mezcla con un límite de tamaño de agregado de  $\frac{3}{8}$ " para determinar su resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la permeabilidad. Los materiales cementantes se mezclaron con fibras de vidrio en concentraciones de 0,05 %, 0,10 % y 0,15 % en peso, y posteriormente se compararon



con una muestra de control de hormigón permeable sin fibras. De acuerdo con los procedimientos derivados de ACI 522R, el programa experimental comprendió la producción y evaluación de 63 muestras cilíndricas para la compresión básica, 24 muestras prismáticas tipo losa para la resistencia a la flexión y 12 muestras cilíndricas adicionales para el estudio de la permeabilidad. El estudio reveló que el rendimiento mecánico del hormigón permeable mejoró al añadir fibras de vidrio, especialmente en una concentración del 0,10 %. Se demostró una mayor capacidad estructural para soportar cargas recurrentes en pavimentos ligeros mediante una mejora del 5,42 % en la resistencia a la compresión básica y una La resistencia a la flexión se incrementó en un 21,72 % en comparación con la muestra de referencia, al administrarse a esta dosis. En términos hidráulicos, el coeficiente de permeabilidad disminuyó en 0,07 cm/s, manteniéndose dentro de los parámetros permitidos por la norma ACI 522R para hormigón permeable. Al incorporar fibras de vidrio al hormigón, se mejora su integridad mecánica y se puede controlar su permeabilidad, lo que lo convierte en un material ideal para aplicaciones urbanas que exigen resistencia estructural y un drenaje pluvial eficiente.

Según, Condori (2023) su tesis "Evaluación de los efectos sobre la propiedad hidráulica y mecánica de un concreto permeable mediante el empleo de fibras de vidrio y aditivo acelerante de fragua en la ciudad de Juliaca". Este estudio tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas e hidráulicas de una mezcla de concreto permeable para la construcción de pavimentos urbanos en Juliaca. La mezcla presentó una resistencia característica de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y fue diseñada para su uso con fibra de vidrio y un aditivo acelerador de fraguado. El cemento, el agua, el agregado fino y el agregado grueso se dosificaron óptimamente en una proporción de 1:0,50:2,00:2,97 durante la fase de diseño de la mezcla. Posteriormente, se examinaron nuevas métricas, incluyendo el asentamiento y la trabajabilidad, y se demostró que la inclusión de estos aditivos mejoró significativamente la trabajabilidad del concreto. Los resultados de las pruebas de permeabilidad se encontraron dentro del rango sugerido por la norma ACI 522R para



concreto permeable a diferentes edades, pero se observaron diferencias notables en comparación con mezclas sin aditivos, lo que demuestra cómo los cambios sugeridos afectaron al material. Las probetas cilíndricas de hormigón utilizadas en la fase de evaluación mecánica se mezclaron con agregado grueso de  $\frac{3}{8}$ ", 0,10 % de fibra de vidrio y 1,20 % de acelerador de fraguado, todo en relación con el peso total de los ingredientes cementantes. Las adiciones actuaron conjuntamente para producir un aumento del 4 % en la resistencia a la compresión con respecto a la mezcla normal, lo que demuestra que el material era estructuralmente mejor. El acelerador de fraguado tuvo un impacto más notable en el aumento de la resistencia mecánica y el ritmo de aumento de la rigidez inicial, mientras que ambos componentes mejoraron el rendimiento del hormigón. Esto puede ser especialmente útil en regiones con bajas temperaturas, como Juliaca, donde la puesta del sol suele ser más tardía de lo habitual. Por último, pero no menos importante, para maximizar el rendimiento hidráulico y estructural del hormigón permeable en ciertas condiciones locales, es útil combinar fibras de vidrio con un acelerador de fraguado.

Según, Quispe (2017) su Tesis "Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>". su objetivo fue examinar cómo la adición de fibras de polipropileno al hormigón permeable, compuesto de partículas gruesas tanto naturales como artificiales, afecta sus características mecánicas y físicas. El hormigón tiene una resistencia típica de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. Se incluyeron en el estudio variables como el contenido de huecos, la resistencia, la permeabilidad, el desgaste por abrasión e impacto, y la proporción de fibras de polipropileno en relación con el peso del cemento. Para lograr este objetivo, se prepararon 294 muestras, incluyendo 42 especímenes para cada una de las siete opciones de diseño de mezcla. Esto permitió un análisis estadístico exhaustivo. Se seleccionaron las fibras con una clasificación de tamaño de grano de "husillo 7", que se determinó como la más adecuada para su uso en hormigón permeable. La adición de fibras de polipropileno al hormigón aumenta considerablemente su resistencia mecánica, según los experimentos. El diseño con agregado grueso natural



y la misma dosis de fibras produjo una resistencia a la compresión de 229,11 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica un mejor desempeño estructural debido a la forma y textura del agregado natural, en contraste con el diseño con agregado grueso artificial y 40% de fibras, que alcanzó 216,77 kg/cm<sup>2</sup>. Además, se observaron mejoras notables en la resistencia al desgaste por abrasión e impacto, lo que respalda la idea de que las fibras sintéticas pueden usarse para prolongar la vida útil de las superficies de concreto en áreas con poco tráfico. Sin embargo, si el diseño de la mezcla no se ajusta correctamente, la capacidad de infiltración del concreto podría verse limitada debido a la tendencia de las fibras a disminuir el contenido de vacíos y, posteriormente, la permeabilidad del concreto. Finalmente, si bien aumentar las cualidades mecánicas del concreto permeable con fibras de polipropileno es una opción eficiente, es importante mantener sus propiedades hidráulicas bajo control para que el pavimento pueda continuar drenando correctamente.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Impacto de la adición de tiras de lata reciclada

La integración de materiales reciclados como las tiras de lata en la fabricación de concreto constituye una solución innovadora y sustentable que responde a los desafíos ambientales actuales del sector construcción. El uso de estos residuos metálicos no solo permite disminuir la cantidad de basura sólida enviada a vertederos, sino que también aporta beneficios mecánicos al concreto, siempre y cuando se utilice con criterios técnicos adecuados (Zhang et al., 2022).

Desde el punto de vista estructural, las tiras de lata —una vez debidamente cortadas y tratadas— actúan como micro-refuerzos distribuidos en la matriz del concreto. Esta integración puede mejorar significativamente propiedades como la resistencia a la tracción indirecta, la tenacidad y la absorción de energía ante cargas dinámicas o impactos (Bonilla Solano, Lascano Fernández & Serrato Arias, 2021). Estas propiedades son

especialmente útiles en aplicaciones como pavimentos, elementos prefabricados o estructuras sujetas a vibraciones.

Sin embargo, su adición debe estar cuidadosamente controlada. Diversos estudios reportan que una dosificación superior al 0,5 % en peso de cemento puede reducir la trabajabilidad del concreto, aumentar la posibilidad de segregación y dificultar la compactación adecuada de la mezcla (Contreras Huamán & Rojas Mori, 2024). Por ello, se recomienda el uso de aditivos superplastificantes y una cuidadosa selección del tamaño y forma de las tiras.

### 2.2.1.1 Características de las latas

Las latas utilizadas en este contexto provienen principalmente de envases de bebidas, compuestos de aluminio o, en menor medida, acero estañado. Ambos materiales presentan ventajas importantes:

- ❑ **Aluminio:** Es liviano (densidad  $\sim 2700 \text{ kg/m}^3$ ), resistente a la corrosión por la formación de una capa pasiva de óxido (alúmina), y tiene una buena relación esfuerzo-deformación. Gracias a estas características, es ideal para ambientes agresivos o estructuras expuestas (Díaz, 2023).
- ❑ **Acero estañado:** Aunque menos resistente a la corrosión que el aluminio, presenta mayor rigidez, lo que puede resultar beneficioso en aplicaciones que requieren mayor módulo de elasticidad (Zhang et al., 2022).

En términos químicos, ambos materiales son compatibles con la matriz cementicia. El aluminio no reacciona de forma agresiva con el cemento si se encuentra en forma sólida y pasivada, y el estaño presente en el acero recubierto no genera productos secundarios que interfieran con la hidratación del cemento (Channa, 2021).

### 2.2.2 Impacto de la adición de vidrio reciclado triturado

El vidrio reciclado es un material inorgánico que, en su forma triturada, puede utilizarse en el concreto como agregado fino, agregado grueso o incluso como puzolana activa, dependiendo de su granulometría y tratamiento. Su inclusión ha mostrado mejoras

en la durabilidad del concreto, ya que puede ser una solución efectiva para el reciclaje de residuos inorgánicos que tardan siglos en descomponerse. Además, su uso contribuye a la reducción de la huella ambiental al disminuir la necesidad de materiales vírgenes en la fabricación del concreto (Zhang et al., 2021; Al-Jabri et al., 2020).

### **2.2.2.1 Puzolana de vidrio**

Cuando el vidrio reciclado se muele finamente, actúa como una puzolana artificial, lo que significa que reacciona con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento, un proceso que permite formar compuestos cementantes adicionales que mejoran la microestructura del concreto, aumentando su resistencia a largo plazo (Li et al., 2022).

Este tipo de puzolana de vidrio no solo mejora las propiedades mecánicas del concreto, sino que también contribuye a la reducción de la permeabilidad y la porosidad del material, mejorando su comportamiento frente a factores como el agua y la agresividad de ciertos agentes químicos (Al-Jabri et al., 2020). La presencia de vidrio triturado en el concreto puede ser una solución técnica efectiva para las infraestructuras expuestas a condiciones climáticas extremas, ya que, debido a su baja reactividad térmica, el vidrio reciclado tiene la capacidad de aumentar la resistencia al desgaste en entornos agresivos (Li et al., 2022).

#### **2.2.2.1.1 Puzolanas de vidrio frente a otras puzolanas**

En comparación con puzolanas naturales o industriales como la ceniza volante o la microsílice, la puzolana de vidrio presenta una actividad puzolánica moderada, lo que implica que requiere un control riguroso sobre su contenido de sílice y su tamaño de partícula. La actividad puzolánica del vidrio depende principalmente de la temperatura de molienda, la finura y la distribución de tamaño de partícula, factores que deben ser cuidadosamente monitoreados para asegurar la eficiencia del material en el concreto (Zhang et al., 2021).

Sin embargo, la ventaja significativa del vidrio reciclado radica en su disponibilidad, bajo costo y el impacto ambiental positivo derivado de su reciclaje. A diferencia de las

puzolanas naturales, cuyo suministro puede ser limitado y costoso debido a la necesidad de extraer y procesar materias primas, el vidrio reciclado está disponible en abundancia, especialmente en áreas urbanas, lo que facilita su integración en la construcción (Al-Jabri et al., 2020; Li et al., 2022). Además, el reciclaje de vidrio ayuda a reducir la cantidad de residuos sólidos, contribuyendo a la gestión sostenible de recursos.

## Figura 1

*Vidrio reciclado*



*Nota.* Reciclaje de vidrio Juárez (2018)

### 2.2.3 Concreto poroso

El concreto poroso es un tipo de concreto especialmente diseñado para permitir el paso de agua a través de él. Este material cementante está compuesto principalmente por cemento, agua y agregado grueso, con una cantidad mínima o nula de agregado fino. Esta composición resulta en una estructura caracterizada por vacíos interconectados que facilitan el flujo de agua, lo que lo convierte en una opción ideal para sistemas de pavimento permeable y aplicaciones que requieren control de escorrentías (Stark et al., 2019; Ferguson et al., 2020).

#### Estructura y propiedades del concreto poroso

El concreto poroso tiene una red de poros interconectados que permite el paso libre del agua, lo que mejora la gestión de aguas pluviales y ayuda a prevenir la acumulación de agua en la superficie. Este tipo de concreto es comúnmente utilizado en pavimentos de bajo impacto ambiental, donde se busca reducir el volumen de escorrentías superficiales y promover la recarga de los acuíferos subterráneos (Liu et al., 2021). Además, las características porosas del concreto permiten una mayor flexibilidad en términos de drenaje, especialmente en zonas con alta precipitación.

## Figura 2

### *Concreto poroso*



*Nota.* Google chrome

### **2.2.4 Propiedades del concreto poroso**

El concreto poroso es un material que se distingue por su capacidad de permitir el paso de agua a través de su estructura. Esta característica lo convierte en una solución eficaz para la gestión de escorrentías y la mejora del drenaje superficial. Las propiedades del concreto poroso varían significativamente en función de su estado fresco y endurecido, lo que influye en su desempeño en diversas aplicaciones.

#### 2.2.4.1 Propiedades en estado fresco

En su estado fresco, el concreto poroso presenta trabajabilidad limitada debido a la baja cantidad de pasta cementicia que contiene. La mezcla es menos fluida que el concreto convencional debido a la ausencia de agregado fino (Ferguson et al., 2020). Esto genera algunos retos en términos de su manejo y compactación.

- **Asentamiento y consistencia:** La mezcla de concreto poroso suele tener un asentamiento más bajo, lo que implica que es más difícil de colocar y compactar en ciertas condiciones. Sin embargo, una buena mezcla debe ser suficientemente trabajable para asegurar que el concreto sea compactado de manera eficiente sin perder su capacidad de permeabilidad (Ghorbani et al., 2020).
- **Facilidad de colocación:** Para obtener una alta permeabilidad, es crucial que el concreto sea compactado adecuadamente sin que los vacíos interconectados se pierdan. La colocación rápida y eficiente es esencial para evitar la segregación de la mezcla, lo cual puede afectar la funcionalidad del concreto como pavimento permeable (Li et al., 2022).

La inclusión de fibras o aditivos puede mejorar la trabajabilidad de la mezcla, ayudando a mantener su consistencia y reducir la segregación, sin afectar negativamente la permeabilidad (Ferguson et al., 2020). Los aditivos superplastificantes, por ejemplo, pueden facilitar una mejor compactación sin comprometer la porosidad esencial para el drenaje.

#### 2.2.4.2 Propiedades en estado endurecido

Una vez que el concreto poroso ha fraguado, sus propiedades mecánicas deben cumplir con requisitos mínimos para asegurar su desempeño estructural. A pesar de que el concreto poroso tiene una resistencia a la compresión generalmente inferior a la de los concretos convencionales debido a la mayor cantidad de vacíos presentes, es necesario garantizar que las propiedades mecánicas sean adecuadas para las aplicaciones para las que se destina (Zhao et al., 2022).



- **Resistencia a la compresión:** Presenta una menor resistencia, comparado con el concreto convencional debido a sus vacíos interconectados, su capacidad para resistir cargas moderadas es suficiente para pavimentos y superficies de tránsito liviano (Ghorbani et al., 2020). Esto se debe a la baja cantidad de pasta cementicia, lo que reduce la cohesión y la integridad estructural bajo alta presión.
- **Resistencia a la tracción indirecta y flexión:** El concreto poroso también debe cumplir con requisitos mínimos en términos de resistencia a la tracción indirecta y la flexión, que son importantes para su capacidad de soportar cargas dinámicas y el tránsito de vehículos (Ferguson et al., 2020).
- **Porcentaje de vacíos conectados:** La característica esencial del concreto poroso es la conservación de un porcentaje adecuado de vacíos interconectados. Estos vacíos son cruciales para la función drenante del material, permitiendo que el agua fluya a través de él. Si los vacíos no están correctamente distribuidos o si la mezcla se compacta demasiado, se puede reducir la permeabilidad, afectando negativamente su desempeño (Li et al., 2022).
- **Densidad y durabilidad:** A pesar de su baja densidad, el concreto poroso puede ser altamente duradero si se diseñan adecuadamente las proporciones de la mezcla y se controla la calidad del material (Zhao et al., 2022). Además, la permeabilidad del concreto poroso también mejora su resistencia a la congelación y descongelación en condiciones de clima frío, ya que el agua que circula a través de los vacíos interconectados puede absorber los cambios térmicos sin que el concreto se agriete.

### 2.2.5 *Ventajas y Desventajas del concreto permeable*

El concreto permeable ha emergido como una opción innovadora dentro de la construcción urbana sostenible, especialmente por su capacidad para gestionar el agua pluvial y mitigar los efectos de la isla de calor urbana. Su diseño estructural, que prioriza la permeabilidad, lo convierte en una herramienta eficaz para abordar diversos problemas

ambientales, especialmente en áreas con alta precipitación y zonas urbanas con limitados sistemas de drenaje (Zhao et al., 2022; Li et al., 2021).

### **Ventajas del concreto permeable**

Entre las principales ventajas del concreto permeable se destacan las siguientes:

- **Capacidad de infiltración del agua:** La característica más prominente del concreto permeable es su capacidad para permitir que el agua fluya a través de su superficie, reduciendo la escorrentía superficial. Esta propiedad permite que el agua se infiltre en el suelo, ayudando a reducir el riesgo de inundaciones y mejorando la gestión de las aguas pluviales en áreas urbanas (Ghorbani et al., 2020). Su capacidad de drenaje hace que sea ideal para pavimentos de estacionamientos, calles y otras superficies que están expuestas a grandes volúmenes de agua durante lluvias intensas.
- **Mejora en la recarga de acuíferos:** Al permitir que el agua se infiltre directamente en el suelo, el concreto permeable facilita la recarga de acuíferos subterráneos. Este proceso contribuye a la conservación de los recursos hídricos y puede ayudar a prevenir la sobreexplotación de fuentes de agua superficial (Li et al., 2021).
- **Reducción del efecto isla de calor:** En áreas urbanas, el concreto permeable ayuda a reducir el fenómeno de la isla de calor urbana, que se produce cuando las superficies pavimentadas absorben y retienen el calor. Gracias a su capacidad para absorber agua, el concreto permeable contribuye a la refrescación del entorno, mejorando la temperatura ambiente en zonas de alta densidad urbana (Zhao et al., 2022).

### **Desventajas del concreto permeable**

A pesar de las ventajas, el concreto permeable también presenta ciertas limitaciones y desventajas:

- **Baja resistencia mecánica:** En comparación con el concreto convencional, el concreto permeable tiene una resistencia a la compresión más baja. Esto se debe a su estructura porosa, que limita la cantidad de pasta cementicia disponible para proporcionar una cohesión fuerte. Como resultado, no es adecuado para aplicaciones

que requieran soportar grandes cargas o en zonas de alto tráfico vehicular (Ghorbani et al., 2020).

- **Requerimiento de mantenimiento periódico:** Debido a su alta permeabilidad, el concreto permeable puede ser susceptible a la obstrucción de sus poros con sedimentos y partículas finas que se acumulan con el tiempo. Esto puede reducir su capacidad de drenaje y, por lo tanto, su eficacia. Como tal, se requiere un mantenimiento periódico para garantizar que los poros se mantengan despejados y que la superficie siga funcionando correctamente (Ferguson et al., 2020).
- **Posibilidad de obstrucción:** La acumulación de polvo, hojas, arena y otros materiales puede bloquear los poros de la superficie, disminuyendo su eficiencia para permitir el paso de agua. Esta obstrucción puede ocurrir con mayor frecuencia en áreas donde las condiciones ambientales favorecen la acumulación de partículas finas (Li et al., 2021). Además, las áreas de tráfico pesado requieren un mantenimiento más riguroso debido al mayor volumen de partículas que podrían ingresar en el sistema de poros.

### 2.2.6 Aplicaciones del concreto poroso

Conocido como concreto permeable, se utiliza principalmente en pavimentos que requieren alta permeabilidad al agua. Esta característica lo convierte en un material ideal para aplicaciones en zonas urbanas donde la gestión del agua pluvial y la prevención de inundaciones son cruciales. Entre sus principales aplicaciones se incluyen estacionamientos, ciclovías, aceras, áreas verdes urbanas, senderos peatonales y zonas de bajo tráfico vehicular (Ferguson et al., 2020; Ghorbani et al., 2020). A continuación, se detallan algunas de las aplicaciones más relevantes de este material:

#### 1. Pavimentos para estacionamientos y áreas de bajo tráfico vehicular

El concreto poroso es ideal para el diseño de pavimentos en estacionamientos y áreas de bajo tráfico vehicular debido a su capacidad para drenar rápidamente las aguas pluviales. Este tipo de pavimento es particularmente adecuado para áreas donde el tráfico no es tan intenso y se requiere un mantenimiento mínimo. Además, su uso en

estacionamientos permite que el agua se infiltre de manera efectiva, evitando la acumulación de agua superficial y contribuyendo a la recarga de los acuíferos subterráneos (Li et al., 2021).

- Ventaja principal: Mejora la gestión del agua pluvial y ayuda en la reducción de escorrentías, lo que disminuye el riesgo de inundaciones en áreas urbanas (Zhao et al., 2022).

## 2. Ciclovías y senderos peatonales

El concreto poroso también se emplea en la construcción de ciclovías y senderos peatonales debido a sus propiedades antideslizantes y permeabilidad. Al ser una superficie porosa, permite que el agua se infiltre rápidamente, reduciendo los peligros de charcos o acumulaciones de agua que podrían hacer resbaladizas las rutas de tránsito. Estas aplicaciones son particularmente útiles en ciudades sostenibles, donde se promueve el uso de medios de transporte no motorizados (Ferguson et al., 2020).

- Beneficio adicional: Al integrar la permeabilidad del concreto con el tránsito de personas y bicicletas, se fomenta una movilidad más segura y ecológica, a la vez que se contribuye a la reducción del impacto urbano (Ghorbani et al., 2020).

## 3. Áreas verdes urbanas y paisajismo

Las áreas verdes urbanas como parques, jardines y espacios recreativos también se benefician del uso de concreto poroso. Su capacidad de filtrar el agua de lluvia favorece la salud de las plantas y la recarga de acuíferos subterráneos, ayudando a mitigar los efectos de la contaminación urbana. Además, permite mantener la estabilidad del suelo y reduce la erosión (Li et al., 2021). El concreto poroso en estos espacios contribuye a un paisajismo sostenible al integrar materiales ecológicos con el entorno natural.

- Beneficio: Ayuda a mantener suelo permeable y saludable, facilitando la infiltración de agua y favoreciendo la vegetación (Zhao et al., 2022).

## 4. Implementación en la gestión de aguas pluviales y mitigación de inundaciones urbanas

Uno de los principales usos del concreto poroso es en la gestión de aguas pluviales y en la mitigación de inundaciones urbanas. Al permitir que el agua se infiltre directamente a través de sus poros, el concreto poroso disminuye la escorrentía superficial y previene la sobrecarga de sistemas de drenaje convencionales. Esto es especialmente relevante en zonas urbanas densamente pobladas, donde las superficies impermeables (como el asfalto) aumentan el volumen de agua superficial que debe ser gestionado (Ferguson et al., 2020).

- **Uso en sistemas de drenaje sostenible:** Es una solución eficiente para gestionar las aguas pluviales en proyectos de infraestructura verde, especialmente en pavimentos permeables que promueven la recarga de acuíferos y reducen la necesidad de infraestructuras de drenaje costosas y complejas (Li et al., 2021).

### **2.2.7 Componentes del concreto poroso**

El concreto poroso es una mezcla especial diseñada para permitir el paso del agua a través de su superficie, lo que lo convierte en un material ideal para aplicaciones en la gestión de aguas pluviales. Los componentes básicos del concreto poroso son:

- Cemento hidráulico (generalmente Portland),
- Agua,
- Agregado grueso (con un tamaño máximo de  $\frac{1}{2}$ " o  $\frac{3}{8}$ " ),
- Con una mínima o nula cantidad de agregado fino.

#### **1. Cemento hidráulico**

El cemento utilizado en el concreto poroso es generalmente cemento Portland, debido a sus propiedades de fraguado rápido y resistencia. El cemento Portland es un material ampliamente utilizado en la construcción debido a su capacidad para formar una pasta que se endurece con el agua, formando una estructura sólida en la mezcla. Este tipo de cemento tiene la ventaja de ser económico y fácil de obtener, pero su alta exotermicidad en el proceso de hidratación debe ser controlada en mezclas con alta permeabilidad (Zhao et al., 2022).

## 2. Agua

El agua es uno de los componentes esenciales para la formación de pasta cementicia y la reacción de hidratación del cemento. La cantidad de agua utilizada debe ser controlada con precisión, ya que afecta directamente a la trabajabilidad y la permeabilidad del concreto poroso. Usar demasiada agua puede afectar la cohesión de la mezcla, mientras que usar menos agua puede dificultar la colocación y compactación del concreto sin comprometer su capacidad de drenaje (Li et al., 2021).

## 3. Agregado grueso

El agregado grueso es el principal componente que proporciona la estructura del concreto poroso. Su tamaño máximo generalmente se limita a  $\frac{1}{2}$ " o  $\frac{3}{8}$ " para asegurar que se mantenga una red de poros interconectados. El uso de agregados gruesos garantiza que haya suficiente espacio para el agua y que los poros sean lo suficientemente grandes para permitir la infiltración y el drenaje adecuado. Los materiales más comunes para el agregado grueso incluyen grava, piedra triturada o hormigón reciclado (Ghorbani et al., 2020).

## 4. Agregado fino

Una de las características distintivas del concreto poroso es la ausencia o mínima presencia de agregado fino. El agregado fino, como la arena, tiende a bloquear los poros en la mezcla, reduciendo la capacidad de permeabilidad del concreto. En concreto poroso, la reducción de la cantidad de agregado fino favorece la formación de una estructura más porosa, que permite un mejor paso del agua. La ausencia de agregado fino es una de las razones clave para la baja resistencia mecánica del concreto poroso (Ferguson et al., 2020).

## 5. Proporción de vacíos

La proporción de vacíos en la mezcla de concreto poroso es uno de los factores más críticos en el diseño del material. Esta proporción influye directamente en la permeabilidad y la resistencia mecánica del concreto. Generalmente, la proporción de vacíos puede variar entre el 15% y el 25% en volumen, dependiendo de los requisitos del

proyecto y las condiciones del sitio. A mayor cantidad de vacíos, mayor será la capacidad de drenaje del concreto, pero esto también reduce su resistencia a la compresión. Encontrar un equilibrio adecuado es esencial para obtener un concreto poroso funcional que cumpla con las exigencias de drenaje y resistencia (Li et al., 2021).

### Figura 3

*Proporciones de los componentes del concreto*

Aire=1% a 3%
Cemento= 7% a 15%
Agua= 15% a 22%
Agregados = 60% a 75%

*Nota.* Concreto abanto (2020)

## 2.3 Marco conceptual

### 2.3.1 Concreto

El material de construcción está formado por agregados como arena, grava o piedra triturada, junto con cemento y agua. Al mezclarse y someterse a un proceso de fraguado, el concreto se endurece y obtiene una elevada resistencia, asemejándose a una piedra artificial. Este material es esencial en la industria de la construcción debido a su capacidad para soportar cargas y su versatilidad, encontrando aplicaciones en una amplia gama de estructuras, desde edificaciones hasta pavimentos (Carreño, 2019).

### 2.3.2 Concreto poroso

El hormigón diseñado para permitir el paso del agua a través de su estructura se denomina hormigón poroso o hormigón permeable. Si minimizar la escorrentía superficial

y mejorar la gestión de las aguas pluviales son sus principales preocupaciones, esta información es para usted. Ideal para regiones densamente pobladas con grandes superficies impermeables, el hormigón poroso ayuda a reponer los acuíferos y reduce el riesgo de inundaciones urbanas gracias a su capacidad de infiltración de agua. (Zuñiga, 2019).

### **2.3.3 Propiedades físicas**

Las propiedades físicas son las características que describen el comportamiento de los materiales ante condiciones externas, sin alterar su estructura interna. Entre las propiedades físicas más destacadas se encuentran la densidad, que mide la masa del material por unidad de volumen; la conductividad térmica, que describe la capacidad del material para transmitir calor; y el coeficiente de expansión térmica, que indica cómo cambia el tamaño de un material cuando se somete a variaciones de temperatura. Estas propiedades son fundamentales para evaluar el desempeño de los materiales en diversas aplicaciones (Carreño, 2019).

### **2.3.4 Propiedades mecánicas**

Las propiedades mecánicas de un material se refieren a su comportamiento cuando es sometido a fuerzas externas. Estas propiedades incluyen la resistencia a la tracción, que mide la capacidad del material para resistir fuerzas de estiramiento; la dureza, que indica la resistencia del material a la deformación o penetración; y la elasticidad, que describe su capacidad para retornar a su forma original después de ser deformado. Otras propiedades clave son la plasticidad y la tenacidad, que son esenciales para determinar el uso adecuado de un material en diversas condiciones de carga (Zuñiga, 2019).

### **2.3.5 Resistencia a la compresión**

La capacidad de un material para resistir la falla bajo esfuerzos de compresión se conoce como resistencia a la compresión y es una característica importante en la ingeniería



de materiales. El material se comprime hasta su colapso en un ensayo de compresión uniaxial, que es el método estándar para medir esta propiedad en la práctica. Contar con esta cualidad es crucial al trabajar con materiales sometidos a tensiones intensas, como en la construcción de puentes, edificios y pavimentos. (Terzaghi, 2019).

### **2.3.6 Tiras de lata reciclado**

Las tiras de lata reciclada se obtienen del proceso de reciclaje de latas de metal, principalmente aluminio y acero, que han sido usadas y recuperadas. A través del reciclaje, estas latas se transforman en materiales reutilizables para diversas aplicaciones industriales, desde la fabricación de nuevos productos hasta su inclusión en materiales de construcción, como refuerzo en el concreto. El reciclaje de las latas no solo contribuye a la reducción de desechos sino también a la conservación de recursos naturales y la disminución de la huella de carbono (Lexus, 2019).

### **2.3.7 Vidrio reciclado triturado**

El vidrio reciclado triturado, también conocido como cullet, es el resultado del proceso de trituración y limpieza de vidrio usado para ser reutilizado en la fabricación de nuevos productos. Este material no solo reduce la necesidad de extraer nuevas materias primas sino que también disminuye el consumo energético en la producción de vidrio nuevo. El uso del vidrio reciclado contribuye a la sostenibilidad al aprovechar recursos ya existentes y minimizar el impacto ambiental asociado con la fabricación de productos de vidrio (Lexus, 2019).



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de la investigación

Se define el diseño de investigación como la lógica que une los datos con las conclusiones a sacar del estudio. Subraya la importancia de tener una estrategia clara para responder a las preguntas de investigación y señala que el diseño incluye la descripción del contexto, las unidades de análisis y las técnicas para recolectar y analizar los datos. Hernandez (2019).

El diseño de investigación es experimental, ya que se realizó la manipulación intencionada de la variable independiente por medio pruebas y ensayos en laboratorio con diferentes porcentajes tanto de tiras de lata reciclado y vidrio reciclado triturado en las mezclas de concreto poroso los cuales se obtuvieron nuevos resultados.

#### 3.2 Método de la investigación

La adquisición de información mediante la observación y el análisis metódicos se conoce como técnica de investigación. Abarca métodos de comprobación de hipótesis, planificación de experimentos, recopilación y análisis de datos. (Cegara, 2019, pág. 82).

Debido a que el estudio siguió un protocolo científico, los hallazgos (que describen cambios en las características del hormigón permeable como resultado de agregar tiras de

estaño reciclado y vidrio reciclado triturado) se consideran información nueva o conocimiento novedoso.

### **3.3 Nivel y tipo de la investigación**

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

El nivel de investigación en términos de la relación entre las variables que se estudian y los métodos utilizados. Según ellos, el nivel de investigación puede variar desde estudios descriptivos hasta experimentales, dependiendo de la complejidad de las relaciones entre variables que se desean explorar. Cegara (2019, pág. 82).

La investigación posee un nivel explicativo, porque el estudio se basa en una causa y efecto tras la aplicación de la tira de lata reciclado y vidrio reciclado triturado.

#### **3.3.2 Tipo de la investigación**

El tipo de investigación en términos de la naturaleza del estudio y las preguntas de investigación que se abordan. Distingue entre investigación exploratoria, descriptiva y explicativa, enfatizando que cada tipo tiene un propósito específico y utiliza diferentes métodos. Hernández (2019).

La investigación posee un tipo aplicada, porque se empleará un método y procedimientos de combinaciones con el concreto patrón para luego ver si se someten a pruebas para establecer si se presenta mejoras o no sobre las cualidades físicas y mecánicas del concreto poroso.

### **3.4 Enfoque de la investigación**

Según Guevara (2020), toda la gama de actividades de investigación, que incluyen, entre otras, las siguientes: identificación de un problema o cuestión; desarrollo de una técnica; recogida, análisis e interpretación de datos, forman parte del enfoque del estudio, que también se conoce como las características del estudio.

El estudio siguió una ruta de enfoque cuantitativo, debido a que desde la obtención, tratamiento y presentación de resultados se hace de forma numérica, con cálculos constantes y estadísticos para la presentación de las variaciones en cuanto a los valores obtenidos.

### **3.5 Población y muestra**

#### **3.5.1 Población**

La población como el grupo completo de individuos que tienen características similares y a partir del cual se extraen muestras para obtener datos que permitan hacer inferencias sobre el grupo total. Hernández (2019, pág. 174).

La población de la investigación estará conformada por el diseño de concreto permeable de 175 kg/cm<sup>2</sup> y con las adiciones de tiras de lata recicladas y vidrio reciclado triturado.

#### **3.5.2 Muestra**

La muestra como un subconjunto de elementos seleccionados de la población que participan en un estudio. La muestra debe ser representativa de la población total para que los resultados del estudio puedan generalizarse. Hernández (2019, pág. 173).

La muestra de la investigación está conformada por los especímenes de concreto poroso en los días 7, 14, 28 días, como también con la incorporación de 10%, 15%, 20% de tiras de lata reciclada y 5%, 10%, 15% de vidrio reciclado triturado.

### **3.6 Técnicas e instrumentos de investigación para la recolección de datos**

#### **3.6.1 Técnicas de la Investigación**

Las técnicas de investigación como los procedimientos específicos utilizados para obtener y analizar información con el fin de responder preguntas de investigación. (Arias, 2019, pág. 67). Las técnicas a emplearse son:



- ❖ Muestreo y preparación de muestras: Selección y preparación de muestras de concreto poroso con diferentes proporciones de tiras de lata y vidrio reciclado.
- ❖ Ensayos de laboratorio: Tiene el fin de determinar la resistencia a la compresión, la tracción, flexión, permeabilidad y porosidad.
- ❖ Pruebas de durabilidad: Mide la durabilidad del concreto poroso ante desgastes mecánicos.
- ❖ Análisis estadísticos: Con el fin de determinar las diferencias significativas de concretos con incorporaciones de tiras de lata reciclado y vidrio reciclado triturado.

### **3.6.2 Instrumentos de la Investigación**

Según Arias (2019) define al instrumento de investigación como las técnicas y herramientas utilizadas para recolectar datos, como cuestionarios, entrevistas, observaciones y pruebas estandarizadas. (pág. 74)

Los instrumentos de recolección de datos serán los siguientes:

- Formularios de recolección de datos en campo
- Herramientas y bolsas para la toma de muestras de agregados
- Hojas técnicas de fibras de vidrio y aditivos
- Equipo de laboratorio
- Certificados de calidad y análisis de laboratorio
- Programas informáticos para el análisis de datos

### **3.7 Validación de datos**

Según Arias (2020), define la validación de datos como el proceso sistemático para verificar la precisión y confiabilidad de los datos recolectados, utilizando métodos como la triangulación, la revisión por pares y la comparación con fuentes secundarias.

La validación de datos es un proceso crucial para asegurar la precisión, fiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos en estudios de concreto poroso, especialmente cuando se incorpora material reciclado como tiras de lata y vidrio reciclado.

Para que los equipos de laboratorio generen mediciones precisas y confiables, es esencial que las certificaciones de calibración de los instrumentos estén interconectadas.

### **3.8 Procedimiento para la recolección de datos**

#### **3.8.1 Desarrollo del plan de investigación**

El desarrollo del plan de investigación consta de los siguientes pasos:

##### **3.8.1.1 Muestreo de agregados**

Esto se garantiza mediante la selección y adquisición de una representación precisa y fidedigna del depósito aluvial completo de materiales a través del uso del enfoque de muestreo de áridos. Los resultados excelentes y fiables del análisis de áridos en el hormigón dependen del uso adecuado de esta tecnología. Tres ejemplos de diferentes técnicas de muestreo son las técnicas de división mecánica, las técnicas de microapilamiento y las técnicas de despiece.

#### **Figura 4**

*Muestreo de agregados*



### 3.8.1.2 Etapa de laboratorio

- a) **Análisis granulométrico:** Este equipo se centra en determinar la distribución de las partículas en agregados o sedimentos. Las normas ASTM D-422 y MTC E 107 establecen que el tamizado microbiológico de partículas es la prueba para la categorización del suelo.

#### Figura 5

*Tamizado de agregados*



#### Procedimientos:

- El procedimiento de preparación de la muestra incluye tomar una cantidad adecuada de muestra y secarla para eliminar cualquier humedad.
- Mediante una serie de tamices con aberturas progresivamente más pequeñas, comenzando con un tamiz de 7,6 cm (3 pulgadas) y terminando con uno de 75 micras (malla 200), la muestra seca se tamiza. Esto facilita la clasificación por tamaño de las partículas y su posterior separación.
- Medición de la malla: La cantidad de material que queda en cada malla se evalúa midiendo su peso. El porcentaje de material que queda en cada fracción de tamaño se determina con los datos obtenidos.

- Se construye una curva de gradación observando los porcentajes de material que quedan en cada fracción de tamaño. Esta curva muestra gráficamente la distribución del tamaño de las partículas en la muestra.

### **Cálculo:**

La proporción se determina dividiendo el peso de la muestra entre el peso del material que aún permanece en cada tamiz; luego, se multiplica 100 por el porcentaje resultante. Las curvas de clasificación que ilustran la distribución del tamaño de partícula de la muestra se construyen utilizando estos porcentajes.

- b) Caracterización de agregados:** Con el fin de obtener los datos necesarios para el diseño de la mezcla, se realizaron experimentos físico-mecánicos en los materiales que iban a ser evaluados.

### **Procedimientos:**

- Pruebas físicas a la grava
- Pruebas físicas a la arena

### **Figura 6**

*Prueba de contenido de humedad*



**Figura 7**

*Prueba de peso específico*



**Figura 8**

*Prueba de peso unitario*



**Tabla 2***Propiedades de los agregados*

Propiedades Físicas	A. Gruesos (Natural)	A. Finos (Natural)
P.e SSS	2.41	2.48
P.U.V.	1655	1744
P.U.S.	1506	1613
% Absorción	2.53	3.76
% Hum. Natural	2.84	6.09
Módulo de Fineza	-	3.06

**Nota.** Composición de laboratorio.

- c) **Diseño de mezclas:** La finalidad de este proceso, se realizó a fin de establecer la cantidad y/o proporción de cada material que componen los concretos en su etapa de mezcla en seco; regido por el ACI 211.

**Tabla 3***Proporciones según diseño de mezclas para una resistencia de  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>*

Materiales	D. en pesos secos (kg/m <sup>3</sup> )	Prop. en vol. secos	D. en pesos húmedos (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	314.28	1.00	314.28
Ag. Fino	116.11	0.37	121.22
Ag. Grueso	1381.34	4.40	1403.75
Agua	69.86	0.22	71.02
Aire	19.0%	-	19.0%

**Nota.** Composición de laboratorio

- d) **Preparación de mezclas con la incorporación de tiras de lata reciclado y vidrio reciclado triturado**

Para la preparación de mezclas se incorporó un porcentaje de 10%, 15%, 20% de tiras de lata reciclado y 5%, 10%, 15% de vidrio reciclado triturado, los cuales son:

- Concreto poroso patrón + 10% de tira de lata reciclado.
- Concreto poroso patrón + 15% de tira de lata reciclado.
- Concreto poroso patrón + 20% de tira de lata reciclado.
- Concreto poroso patrón + 5% de vidrio reciclado triturado.
- Concreto poroso patrón + 10% de vidrio reciclado triturado.
- Concreto poroso patrón + 15% de vidrio reciclado triturado.

### e) Prueba de asentamiento

Esta prueba se ejecutó rigiéndose en la norma NTP 339.035, el que tiene como finalidad la determinación de la consistencia de la mezcla fresca de concretos

### Figura 9

*Prueba de asentamiento*



### f) Prueba de roturas

En este paso, una muestra estandarizada se somete a fuerzas de compresión axial que aumentan de magnitud hasta alcanzar la falla. Para determinar si el material es lo suficientemente apto para aplicaciones estructurales, esta métrica es esencial.

### Figura 10

*Prueba de rotura de briquetas*



#### g) Etapa de gabinete

Esta etapa implica el análisis e interpretación de la información recopilada, que incluye datos físicos de los agregados, así como la clasificación y categorización de datos de fuentes secundarias, como artículos, publicaciones externas e informes anteriores. Además, los datos de fuentes secundarias se organizan, clasifican y ordenan metódicamente.

### 3.9 Matriz de consistencia

Los apéndices de este esfuerzo de investigación contienen la matriz de consistencia, que proporciona una amplia explicación del estudio que se creó.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados

Las siguientes líneas nos dará a saber los resultados que se obtuvieron en el laboratorio de la ciudad universitaria UANCV, según los objetivos planteados se tiene lo siguiente:

➤ **Características físicas de los agregados**

- **Análisis Granulométrico Fino**

**Tabla 4**

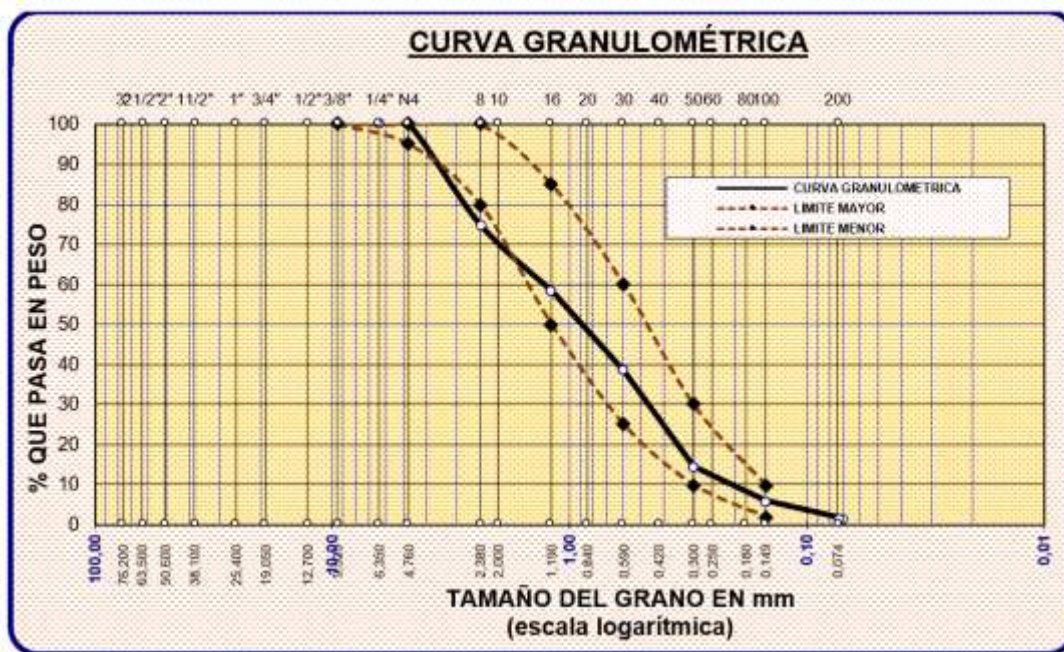
*Análisis granulométrico fino*

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%RET.	% QUE
<b>ASTM</b>	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA
<b>No4</b>	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>No8</b>	2.380	125.36	25.07	25.07	74.93
<b>No10</b>	2.000	0.00			
<b>No16</b>	1.190	82.36	16.47	41.54	58.46
<b>No20</b>	0.840	0.00			
<b>No30</b>	0.590	100.29	20.06	61.60	38.40
<b>No40</b>	0.420	0.00			
<b>No 50</b>	0.300	119.32	23.86	85.47	14.53
<b>No60</b>	0.250	0.00			
<b>No80</b>	0.180	0.00			
<b>No100</b>	0.149	42.55	8.51	93.98	6.02
<b>No200</b>	0.074	22.39	4.48	98.45	1.55
<b>BASE</b>		7.73	1.55	100	0.00
<b>TOTAL</b>		500.00	100.00		
<b>% PÉRDIDA</b>		1.55			

*Nota.* Los resultados muestran el análisis granulometría que se obtuvo.

**Figura 11**

*Análisis granulométrico fino*



**Nota.** Los resultados muestran la curva granulométrica que se obtuvo.

### Análisis Granulométrico Grosso

**Tabla 5**

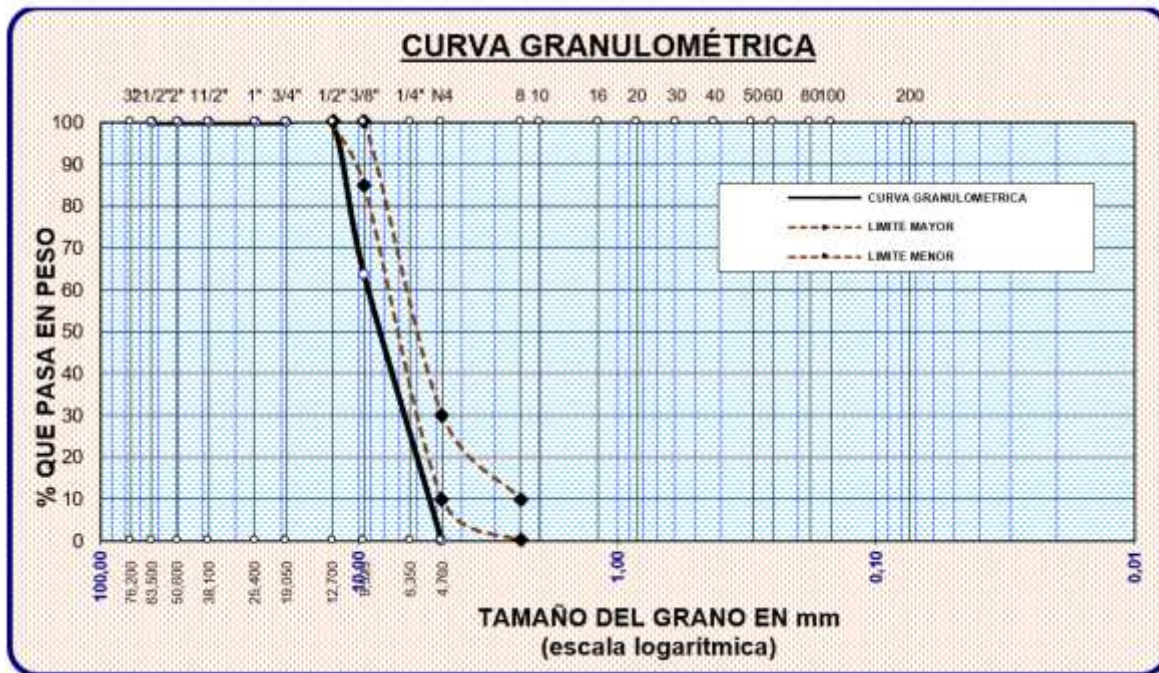
*Análisis granulométrico grueso*

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
3/8"	9.525	1272.00	36.34	36.34	<b>63.66</b>
1/4"	6.350				
No4	4.760	2227.00	63.63	99.97	<b>0.03</b>
BASE		1.00	0.20	100.2	-0.2
TOTAL		3500.00	100.00		
% PÉRDIDA		0.03			

**Nota.** Los resultados muestran el análisis granulométrico que se obtuvo.

**Figura 12**

*Análisis granulométrico grueso*



**Nota.** Los resultados muestran la curva granulométrica que se obtuvo.

### Peso específico y absorción del agregado fino y grueso

**Tabla 6**

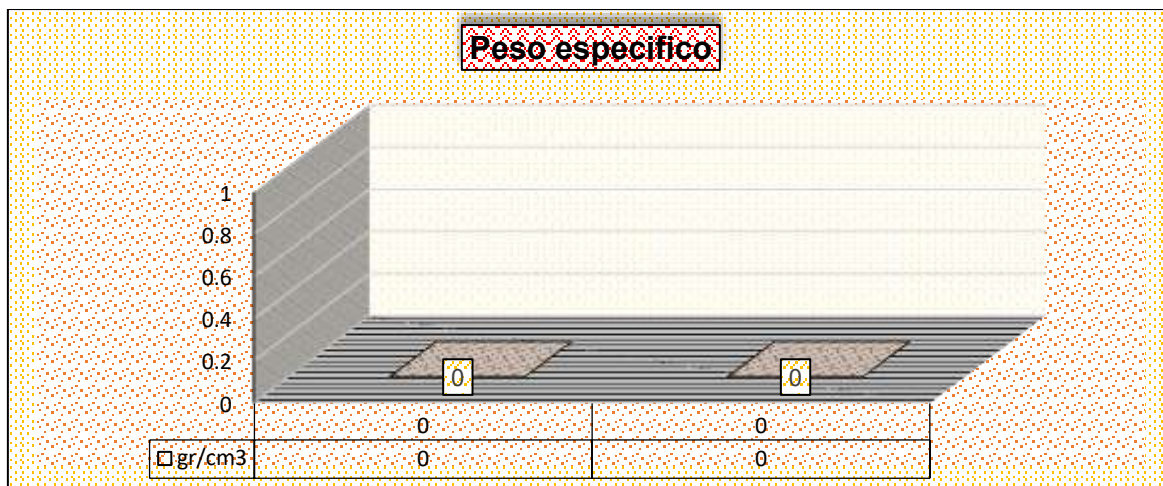
*Peso específico y absorción de los agregados*

Peso específico y Absorción		
Agregado	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Absorción (%)
Fino	2.48	3.76%
Grueso	2.41	2.53%

se muestran las densidades específicas y los índices de absorción de los áridos de diseño para el hormigón. Tanto los áridos finos como los gruesos tienen diferentes densidades específicas y índices de absorción: el fino tiene 2,48 g/cm<sup>3</sup> y el grueso, 2,41 g/cm<sup>3</sup>.

### Figura 13

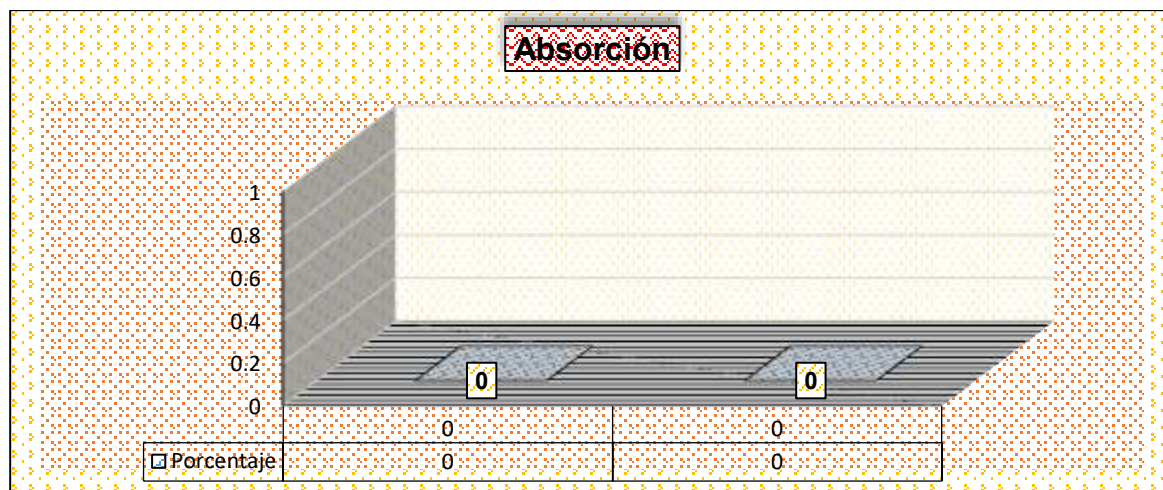
#### Peso específico de los agregados



Se muestra el peso específico de los agregados utilizados en el estudio. Se observa que el agregado fino tiene un peso específico de 2,48 g/cm<sup>3</sup>, mientras que el agregado grueso presenta un valor de 2,41 g/cm<sup>3</sup>.

### Figura 14

#### Absorción de los agregados



Se muestra el porcentaje de absorción de los agregados utilizados en el estudio. Se observa que el agregado fino tiene una absorción de 3.76%, mientras que el agregado grueso presenta un valor de 2.53%. Esto indica que el agregado fino retiene mayor cantidad de agua en comparación con el grueso, lo que puede influir en la trabajabilidad del concreto.

### ❖ Contenido de humedad y pesos unitarios

**Tabla 7**

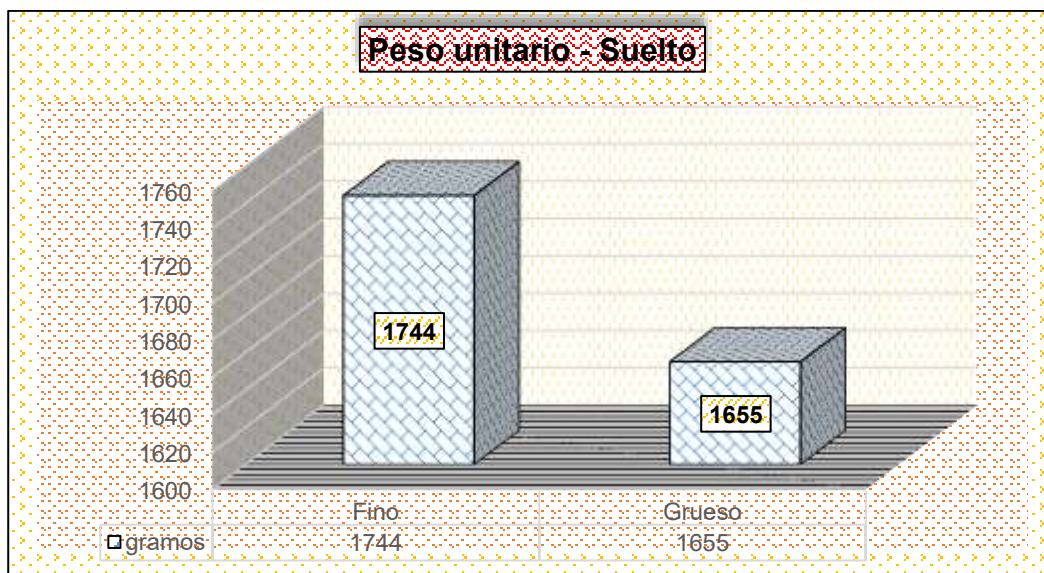
*Contenido de humedad y pesos unitarios*

Peso unitario y contenido de humedad			
Agregado	Suelto (gr)	Varillado (gr)	Humedad (%)
Fino	1613	1744	6.09%
Grueso	1506	1655	2.84%

Se presenta los valores del peso unitario y el contenido de humedad de los agregados. Se observa que el agregado fino tiene un peso suelto de 1613 g, varillado de 1744 g y una humedad de 6.09%, mientras que el agregado grueso muestra un peso suelto de 1506 g, varillado de 1655 g y una humedad de 2.84%.

**Figura 15**

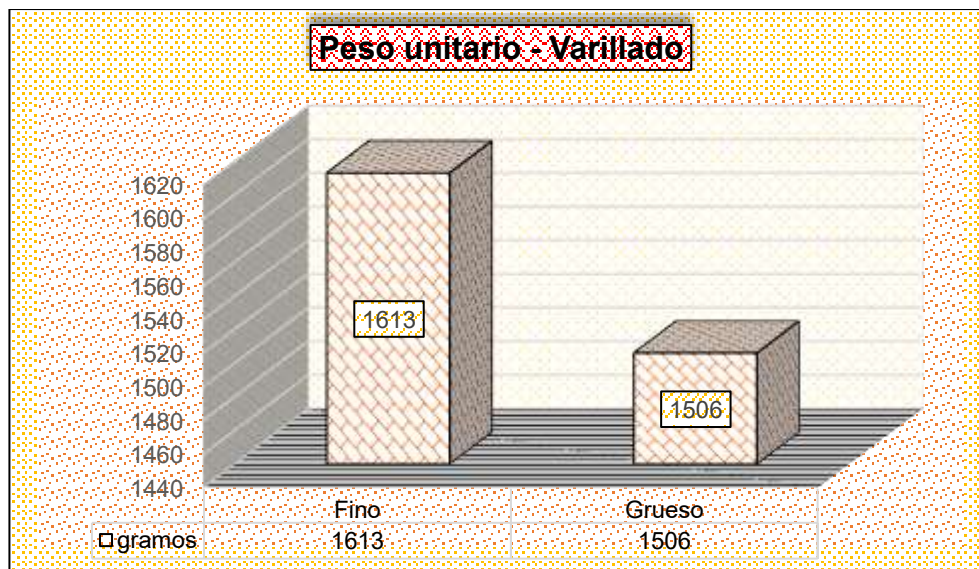
*Peso unitario - Suelto*



Se muestra el peso unitario suelto de los agregados utilizados en el estudio. Se observa que el agregado fino tiene un peso de 1744 g, mientras que el agregado grueso presenta un peso de 1655 g. Estos valores indican una mayor densidad del agregado fino en comparación con el grueso, lo que puede influir en la compactación del concreto.

**Figura 16**

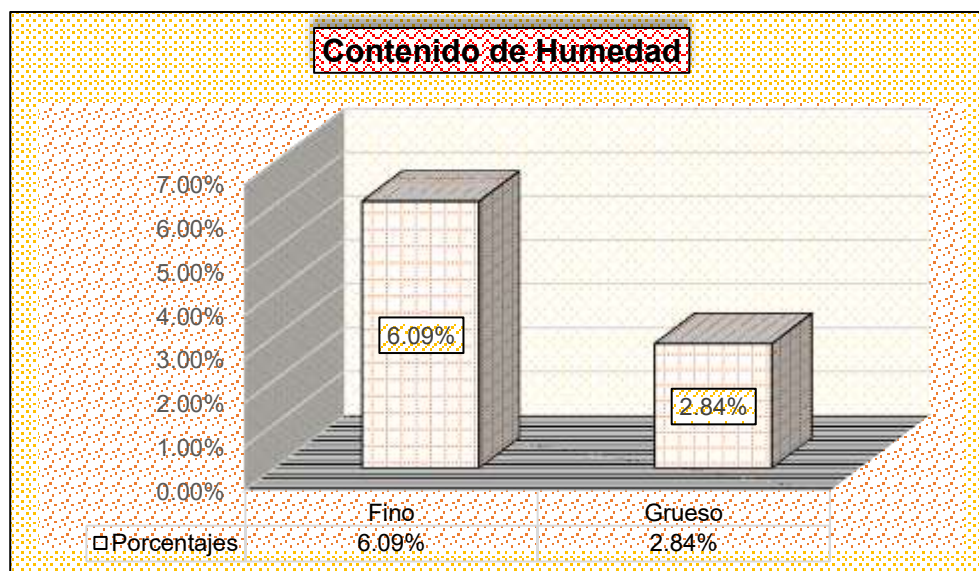
*Peso unitario - Varillado*



El desenlace detalla los resultados del peso unitario varillado que se tiene de la muestra.

**Figura 17**

*Contenido de humedad*



El desenlace detalla los resultados del contenido de humedad que se tiene de la muestra.

## ✚ Dosificaciones correspondientes del concreto poroso

### ✓ Diseño de mezcla del espécimen patrón

**Tabla 8***Dosificación del espécimen*

Materiales	D. en pesos secos (kg/m <sup>3</sup> )	Vol. secos	D. en pesos húmedos (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	314.28	1.00	314.28
Ag. Fino	116.11	0.37	121.22
Ag. Grueso	1381.34	4.40	1403.75
Agua	69.86	0.22	71.02
Aire	19.0%	-	19.0%

El desenlace muestra las proporciones en volúmenes secos que son: 1.00: 0.37: 4.40: 0.22 del espécimen patrón.

### ✓ Diseño de mezcla del espécimen + 10% Tira de lata reciclada

**Tabla 9***Dosificación del espécimen + 10% Tira de lata reciclada*

Materiales	D. en pesos secos (kg/m <sup>3</sup> )	Vol. secos	D. en pesos húmedos (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	314.28	1.00	314.28
Ag. Fino	116.11	0.37	121.22
Ag. Grueso	1243.21	3.96	1263.37
Agua	69.86	0.22	71.02
Aire	19.0%	-	19.0%
10% TLR	138.13	0.44	140.38

El desenlace muestra las proporciones en volúmenes secos que son: 1.00: 0.37: 3.96: 0.22: 0.44 del espécimen + 10% Tiras de lata.

✓ **Diseño de mezcla del espécimen + 15% Tira de lata reciclada.****Tabla 10***Dosificación del espécimen + 15% Tira de lata reciclada*

<b>Materiales</b>	<b>D. en pesos secos (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. secos</b>	<b>D. en pesos húmedos (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Cemento	314.28	1.00	314.28
Ag. Fino	116.11	0.37	121.22
Ag. Grueso	1174.14	3.74	1193.19
Agua	69.86	0.22	71.02
Aire	19.0%	-	19.0%
15% TLR	207.20	0.66	210.56

El desenlace muestra las proporciones en volúmenes secos que son: 1.00: 0.37: 3.74: 0.22: 0.66 del espécimen + 15% Tiras de lata.

✓ **Diseño de mezcla del espécimen + 20% Tira de lata reciclada****Tabla 11***Dosificación del espécimen + 20% Tira de lata reciclada*

<b>Materiales</b>	<b>D. en pesos secos (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. secos</b>	<b>D. en pesos húmedos (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Cemento	314.28	1.00	314.28
Ag. Fino	116.11	0.37	121.22
Ag. Grueso	1105.07	3.52	1123.00
Agua	69.86	0.22	71.02
Aire	19.0%	-	19.0%
20% TLR	276.27	0.87	280.75

El desenlace muestra las proporciones en volúmenes secos que son: 1.00: 0.37: 3.52: 0.22: 0.87 del espécimen + 20% Tiras de lata.

➤ **Diseño de mezcla del espécimen + 5% Vidrio reciclado triturado**

**Tabla 12**

*Dosificación del espécimen + 5% Vidrio reciclado triturado*

<b>Materiales</b>	<b>D. en pesos secos (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. secos</b>	<b>D. en pesos húmedos (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Cemento	314.28	1.00	314.28
Ag. Fino	110.3	0.35	115.16
Ag. Grueso	1381.34	4.40	1403.75
Agua	69.86	0.22	71.02
Aire	19.0%	-	19.0%
5% VRT	5.81	0.02	6.06

El desenlace muestra las proporciones en volúmenes secos que son: 1.00: 0.35: 4.40: 0.22: 0.02 del espécimen + 5% Vidrio reciclado triturado.

**Tabla 13**

*Dosificación del espécimen + 10% Vidrio reciclado triturado*

<b>Materiales</b>	<b>D. en pesos secos (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. secos</b>	<b>D. en pesos húmedos (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Cemento	314.28	1.00	314.28
Ag. Fino	104.5	0.33	109.1
Ag. Grueso	1381.34	4.40	1403.75
Agua	69.86	0.22	71.02
Aire	19.0%	-	19.0%
10% VRT	11.61	0.04	12.12

El desenlace muestra las proporciones en volúmenes secos que son: 1.00: 0.33: 4.40: 0.22: 0.04 del espécimen + 10% Vidrio reciclado triturado.

Tabla 14

*Dosificación del espécimen + 15% Vidrio reciclado triturado*

Materiales	D. en pesos secos (kg/m <sup>3</sup> )	Vol. secos	D. en pesos húmedos (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	314.28	1.00	314.28
Ag. Fino	98.69	0.31	103.04
Ag. Grueso	1381.34	4.40	1403.75
Agua	69.86	0.22	71.02
Aire	19.0%	-	19.0%
15% VRT	17.42	0.06	18.18

El desenlace muestra las proporciones en volúmenes secos que son: 1.00: 0.31: 4.40: 0.22: 0.06 del espécimen + 15% Vidrio reciclado triturado.

#### **4.1.1 Variación del asentamiento en estado fresco con la incorporación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado en el concreto poroso**

Una vez desarrollado las propiedades del concreto poroso, se procederá a la determinación del asentamiento en estado fresco con las incorporaciones de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado para una resistencia de  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Asentamiento del espécimen patrón**

Tabla 15

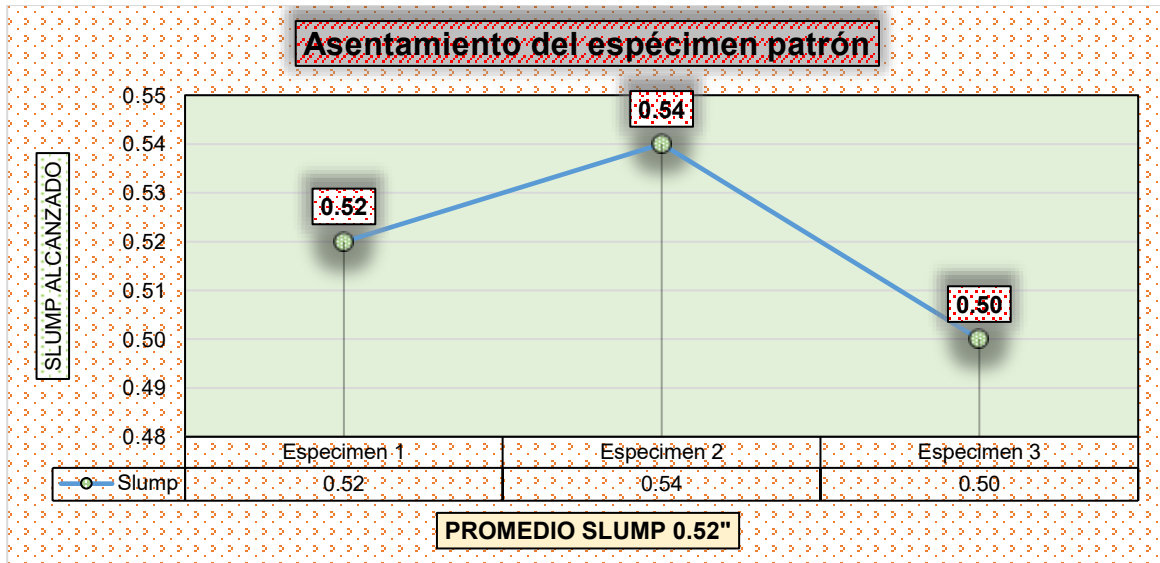
*Asentamiento del espécimen patrón*

Tipo	Trabajabilidad	Slump (plg)
Espécimen 1	Poco trabajable	0.52
Espécimen 2	Poco trabajable	0.54
Espécimen 3	Poco trabajable	0.50
<b>Promedio</b>		<b>0.52</b>

Se muestra el asentamiento (slump) de los especímenes evaluados para determinar la trabajabilidad del concreto. Se observa que los valores de asentamiento varían entre 0.50 y 0.54 pulgadas, con un promedio de 0.52 pulgadas, indicando una mezcla con poca trabajabilidad.

**Figura 18**

*Asentamiento de la muestra convencional de concreto poroso*



El asentamiento (slump) de los especímenes evaluados, mostrando su variación. Se observa que el espécimen 2 alcanzó el mayor asentamiento con 0.54 pulgadas., mientras que el espécimen 3 tuvo el menor con 0.50 pulgadas, obteniendo un promedio de 0.52".

**Asentamiento del espécimen patrón + 10% TLR**

**Tabla 16**

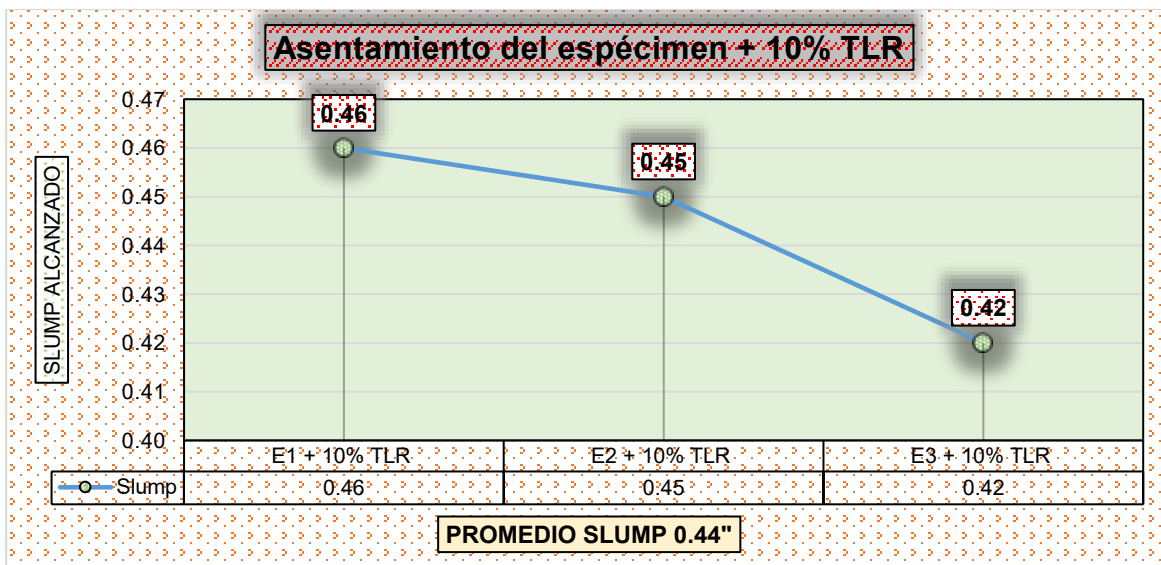
*Asentamiento del EP + 10% TLR*

Tipo	Trabajabilidad	slump (plg)
Especimen 1 + 10% TLR	Poco Trabajable	0.46
Especimen 2 + 10% TLR	Poco Trabajable	0.45
Especimen 3 + 10% TLR	Poco Trabajable	0.42
<b>Promedio</b>		<b>0.44</b>

Se muestra el asentamiento (slump) de los especímenes con un 10% de TLR, evidenciando una trabajabilidad poco trabajable. Los valores de asentamiento varían entre 0.42 y 0.46 pulgadas, con un promedio de 0.44 pulgadas. Esto confirma una tendencia decreciente en la fluidez del concreto conforme aumenta el porcentaje de reemplazo.

**Figura 19**

*Asentamiento del EP + 10% TLR*



El desenlace muestra los asentamientos obtenidos de los especímenes obteniendo un promedio de 0.44".

**Asentamiento del espécimen patrón + 15% TLR**

**Tabla 17**

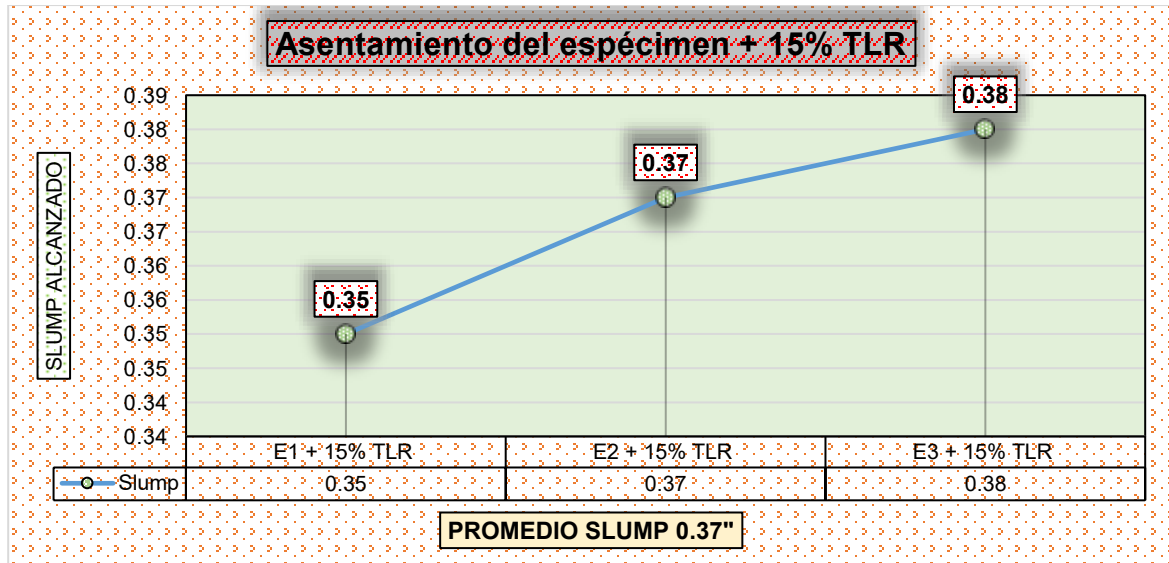
*Asentamiento del EP + 15% TLR*

Tipo	Trabajabilidad	slump (plg)
Especímen 1 + 15% TLR	Poco Trabajable	0.35
Especímen 2 + 15% TLR	Poco Trabajable	0.37
Especímen 3 + 15% TLR	Poco Trabajable	0.38
<b>Promedio</b>		<b>0.37</b>

Se muestra el asentamiento (slump) de los especímenes con un 15% de TLR, evidenciando una trabajabilidad poco trabajable. Los valores de asentamiento varían entre 0.35 y 0.38 pulgadas, con un promedio de 0.37 pulgadas. Esto confirma una tendencia decreciente en la fluidez del concreto conforme aumenta el porcentaje de reemplazo.

**Figura 20**

*Asentamiento del EP + 15% TLR*



El desenlace muestra los asentamientos obtenidos de los especímenes obteniendo un promedio de 0.37".

**Asentamiento del espécimen patrón + 20% TLR**

**Tabla 18**

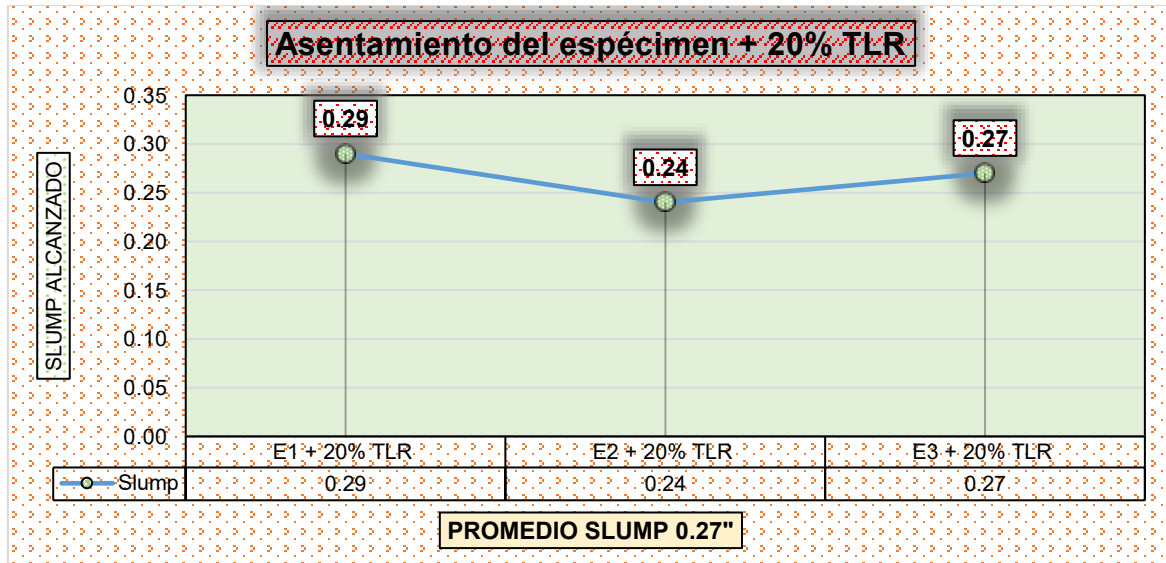
*Asentamiento del EP + 20% TLR*

Tipo	Trabajabilidad	Slump (plg)
Espécimen 1 + 20% TLR	Poco Trabajable	0.29
Espécimen 2 + 20% TLR	Poco Trabajable	0.24
Espécimen 3 + 20% TLR	Poco Trabajable	0.27
<b>Promedio</b>	-	<b>0.27</b>

Se muestra el asentamiento (slump) de los especímenes con un 20% de TLR, evidenciando una trabajabilidad poco trabajable. Los valores de asentamiento varían entre 0.24 y 0.29 pulgadas, con un promedio de 0.27 pulgadas. Esto confirma una tendencia decreciente en la fluidez del concreto conforme aumenta el porcentaje de reemplazo.

**Figura 21**

*Asentamiento del EP + 20% TLR*



El desenlace muestra los asentamientos obtenidos de los especímenes obteniendo un promedio de 0.27"

**Asentamiento del espécimen patrón + 5% VRT**

**Tabla 19**

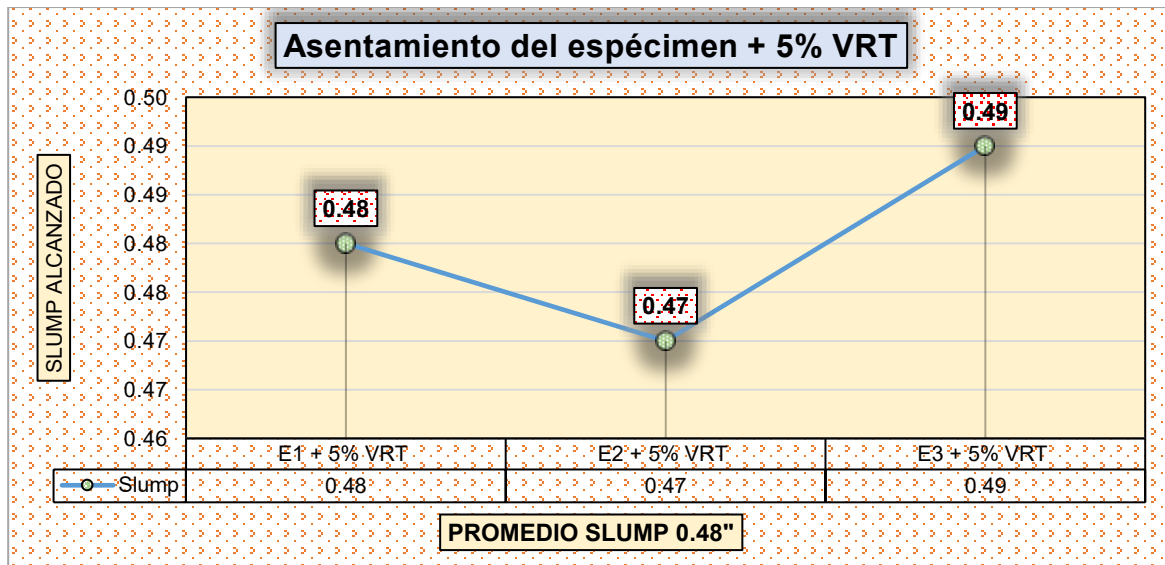
*Asentamiento del EP + 5% VRT*

Tipo	Trabajabilidad	slump (plg)
Especímen 1 + 5% VRT	Trabajable	0.48
Especímen 2 + 5% VRT	Trabajable	0.47
Especímen 3 + 5% VRT	Trabajable	0.49
<b>Promedio</b>		<b>0.48</b>

Se muestra el asentamiento (slump) de los especímenes con un 5% de VRT, evidenciando una trabajabilidad poco trabajable. Los valores de asentamiento varían entre 0.47 y 0.49 pulgadas, con un promedio de 0.48 pulgadas. Esto refleja una disminución en la fluidez del concreto conforme se incrementa el porcentaje de VRT.

**Figura 22**

*Asentamiento del EP + 5% VRT*



El desenlace muestra los asentamientos obtenidos de los especímenes obteniendo un promedio de 0.48"

**Asentamiento del espécimen patrón + 10% VRT**

**Tabla 20**

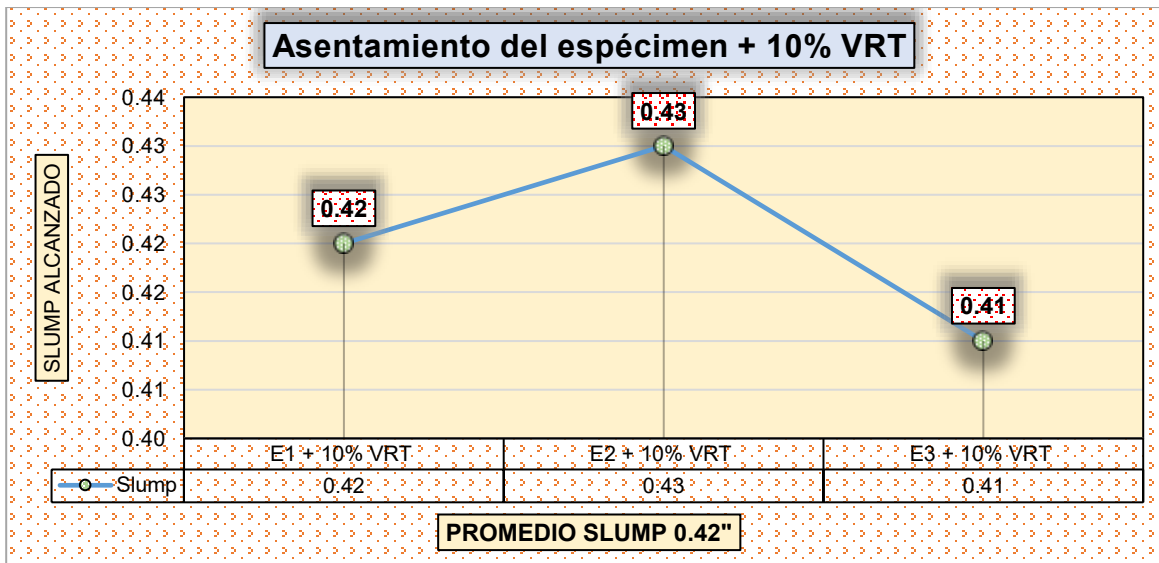
*Asentamiento del EP + 10% VRT*

Tipo	Trabajabilidad	slump (plg)
Especímen 1 + 10% VRT	Poco Trabajable	0.42
Especímen 2 + 10% VRT	Poco Trabajable	0.43
Especímen 3 + 10% VRT	Poco Trabajable	0.41
<b>Promedio</b>		<b>0.42</b>

Se muestra el asentamiento (slump) de los especímenes con un 10% de VRT, evidenciando una trabajabilidad poco trabajable. Los valores de asentamiento varían entre 0.41 y 0.43 pulgadas, con un promedio de 0.42 pulgadas. Esto refleja una disminución en la fluidez del concreto conforme se incrementa el porcentaje de VRT.

**Figura 23**

*Asentamiento del EP + 10% VRT*



El desenlace muestra los asentamientos obtenidos de los especímenes obteniendo un promedio de 0.42"

**Asentamiento del espécimen patrón + 15% VRT**

**Tabla 21**

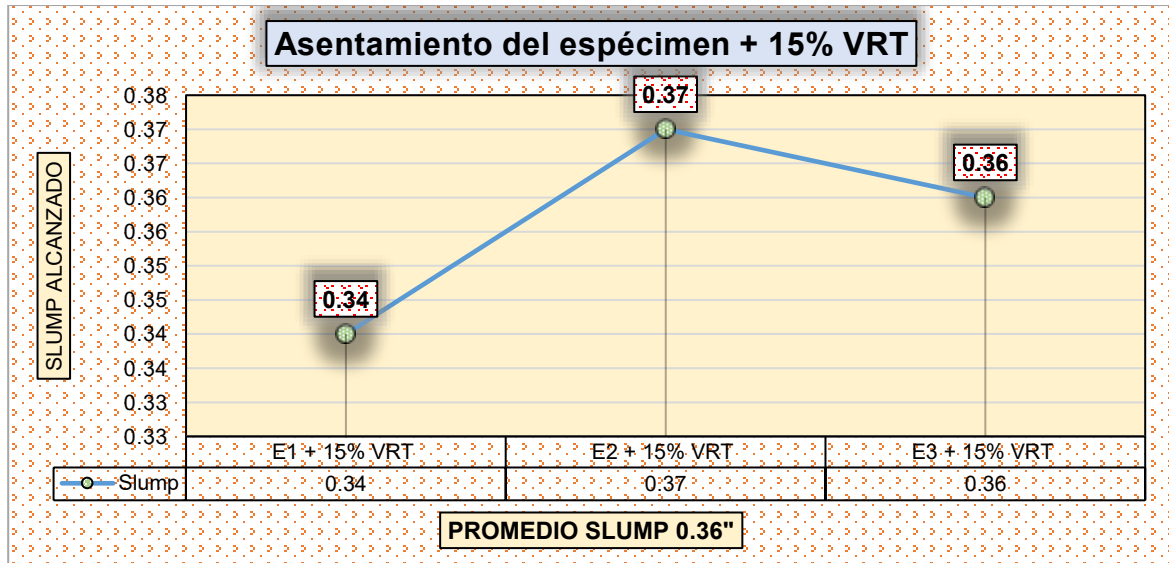
*Asentamiento del EP + 15% VRT*

Tipo	Trabajabilidad	slump (plg)
Especímen 1 + 15% VRT	Poco Trabajable	0.34
Especímen 2 + 15% VRT	Poco Trabajable	0.37
Especímen 3 + 15% VRT	Poco Trabajable	0.36
<b>Promedio</b>		<b>0.36</b>

Se muestra el asentamiento (slump) de los especímenes con un 15% de VRT, evidenciando una trabajabilidad poco trabajable. Los valores de asentamiento varían entre 0.34 y 0.37 pulgadas, con un promedio de 0.36 pulgadas. Esto refleja una disminución en la fluidez del concreto conforme se incrementa el porcentaje de VRT.

**Figura 24**

*Asentamiento del EP + 15% VRT*



El desenlace muestra los asentamientos obtenidos de los especímenes obteniendo un promedio de 0.36"

- **Comparativo de Asentamiento de Tiras de lata reciclado y Vidrio reciclado triturado**
  - **Comparativo de Tiras de lata reciclado**

**Tabla 22**

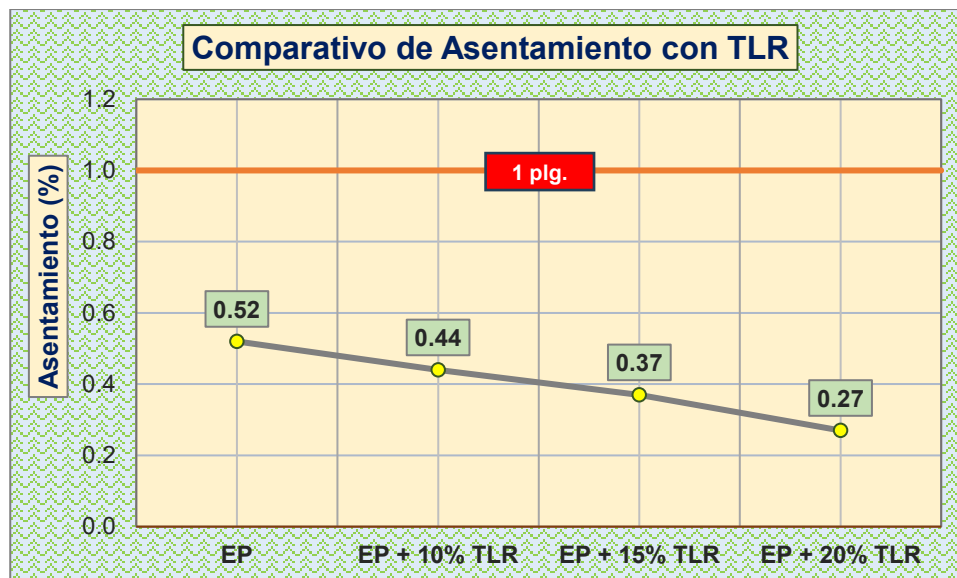
*Comparativo del Asentamiento del TLR*

Comparativo del Asentamiento		
Descripción	Slump (plg.)	Variación (%)
Especimen Patrón	0.52	-
EP + 10% TLR	0.44	- 15.38%
EP + 15% TLR	0.37	- 28.85%
EP + 20% TLR	0.27	- 48.08%

Se presenta el comparativo del asentamiento (slump) para diferentes porcentajes de TLR en relación con el espécimen patrón. Se observa una disminución progresiva en el asentamiento a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de TLR, con una reducción del 15% para el 10% de TLR, 29% para el 15% de TLR, y 48% para el 20% de TLR.

**Figura 25**

*Comparativo del Asentamiento del TLR*



El desenlace muestra que los asentamientos obtenidos en base al espécimen patrón se reducen conforme se sustituye el porcentaje de tiras de lata reciclada.

- **Comparativo de Vidrio reciclado triturado**

**Tabla 23**

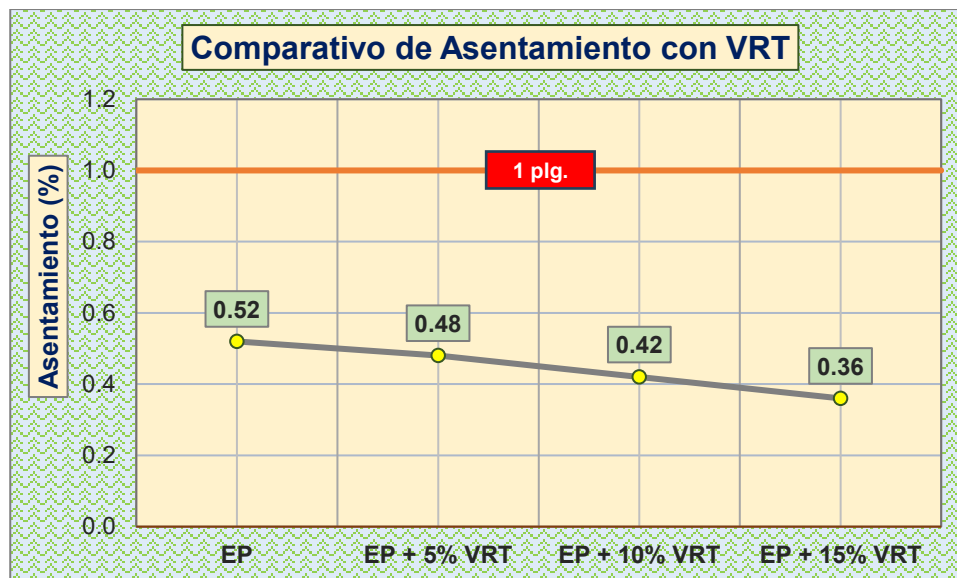
*Comparativo del Asentamiento del VRT*

Comparativo del Asentamiento		
Descripción	Slump	Variación
Espécimen Patrón	0.52	-
EP + 5% VRT	0.48	-7.69%
EP + 10% VRT	0.42	-19.23%
EP + 15% VRT	0.36	-30.77%

Se muestra el comparativo del asentamiento (slump) para diferentes porcentajes de VRT en relación con el espécimen patrón. Se observa una reducción progresiva en el asentamiento conforme aumenta el porcentaje de VRT, con disminuciones de 8% para el 5% de VRT, 19% para el 10% de VRT, y 31% para el 15% de VRT. Esto indica que el incremento de VRT afecta la fluidez del concreto, aunque en menor medida que el TLR.

**Figura 26**

*Comparativo del Asentamiento del VRT*



El desenlace muestra que los asentamientos obtenidos en base al espécimen patrón se reducen conforme se sustituye el porcentaje de tiras de lata reciclada.

**4.1.2 Variación de la resistencia a la compresión en estado endurecido con la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso.**

Resistencia a la compresión del Espécimen – 7 Días

**Tabla 24**

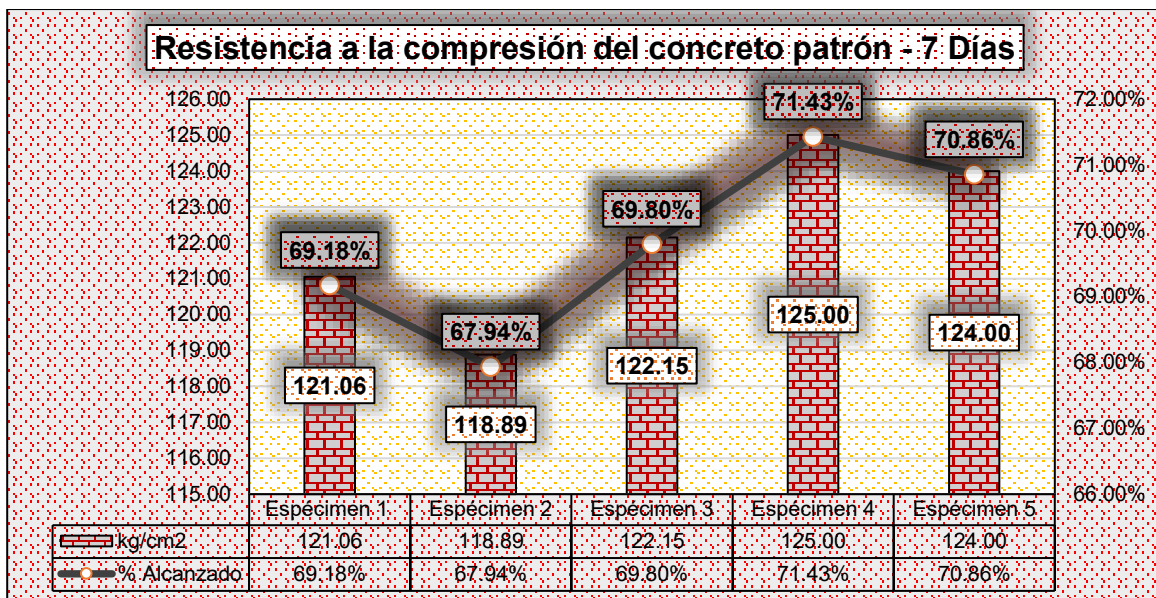
*RC del espécimen – 7 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F°C	EDAD	%
	kg	cm	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	DIAS	
Espécimen 1	21364	14.99	176.48	121.06	175	7	69.18%
Espécimen 2	21065	15.02	177.19	118.89	175	7	67.94%
Espécimen 3	21586	15.00	176.71	122.15	175	7	69.80%
Espécimen 4	22031	14.98	176.24	125.00	175	7	71.43%
Espécimen 5	21854	14.98	176.24	124.00	175	7	70.86%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>122.22</b>			<b>69.84%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 122.22kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 27**

*RC del espécimen – 7 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 122.22kg/cm<sup>2</sup>.

**□ Resistencia a la compresión del Espécimen – 14 Días**

**Tabla 25**

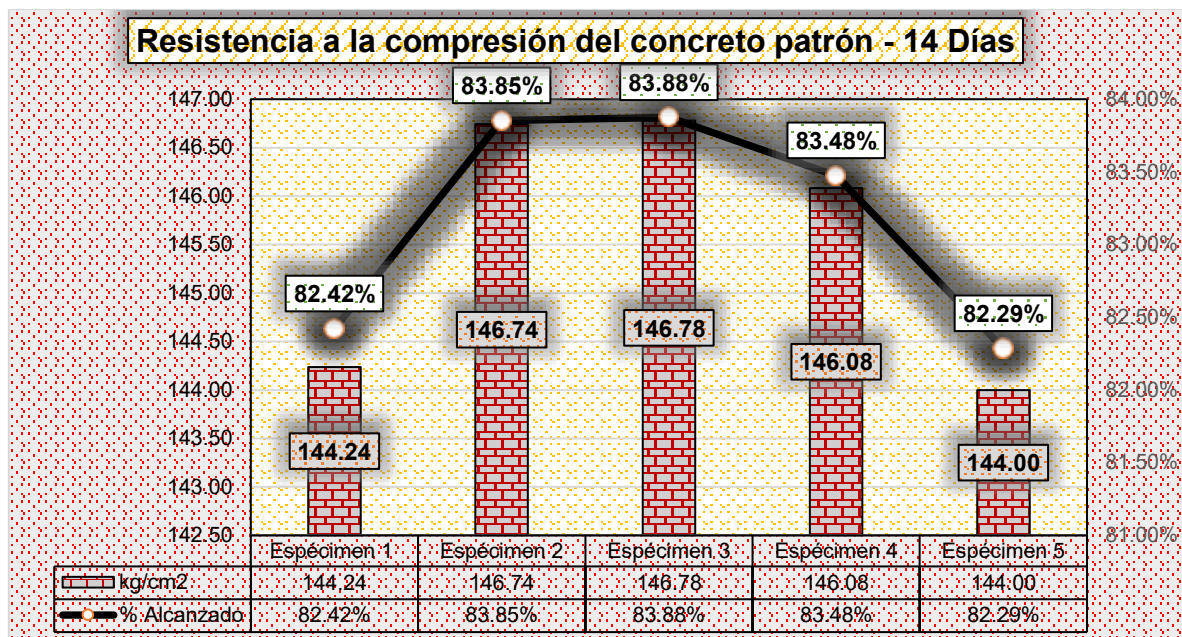
*RC del espécimen – 14 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F' C	EDAD	%
	kg			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
Espécimen 1	25421	14.98	176.24	144.24	175	14	82.42%
Espécimen 2	26001	15.02	177.19	146.74	175	14	83.85%
Espécimen 3	25973	15.01	176.95	146.78	175	14	83.88%
Espécimen 4	25746	14.98	176.24	146.08	175	14	83.48%
Espécimen 5	25413	14.99	176.48	144.00	175	14	82.29%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>145.57</b>			<b>83.18%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 145.57kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 28**

*RC del espécimen – 14 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 145.57kg/cm<sup>2</sup>.

**Resistencia a la compresión del Especimen – 28 Días**

**Tabla 26**

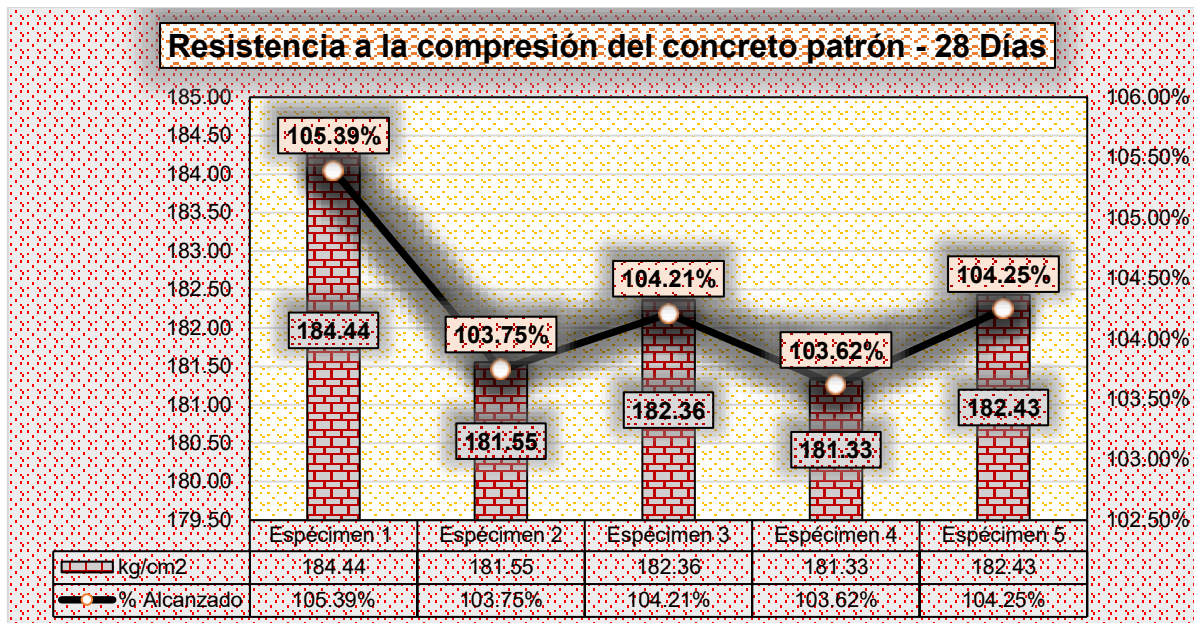
*RC del espécimen – 28 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F' C	EDAD	%
	kg			cm		cm <sup>2</sup>	
Especimen 1	32549	14.99	176.48	184.44	175	28	105.39%
Especimen 2	32126	15.01	176.95	181.55	175	28	103.75%
Especimen 3	32312	15.02	177.19	182.36	175	28	104.21%
Especimen 4	32001	14.99	176.48	181.33	175	28	103.62%
Especimen 5	32152	14.98	176.24	182.43	175	28	104.25%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>182.42</b>			<b>104.24%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 182.42kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 29**

*RC del espécimen – 28 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 182.42kg/cm<sup>2</sup>.

∞ **Resistencia a la compresión del Espécimen + 10% TL – 7 Días**

**Tabla 27**

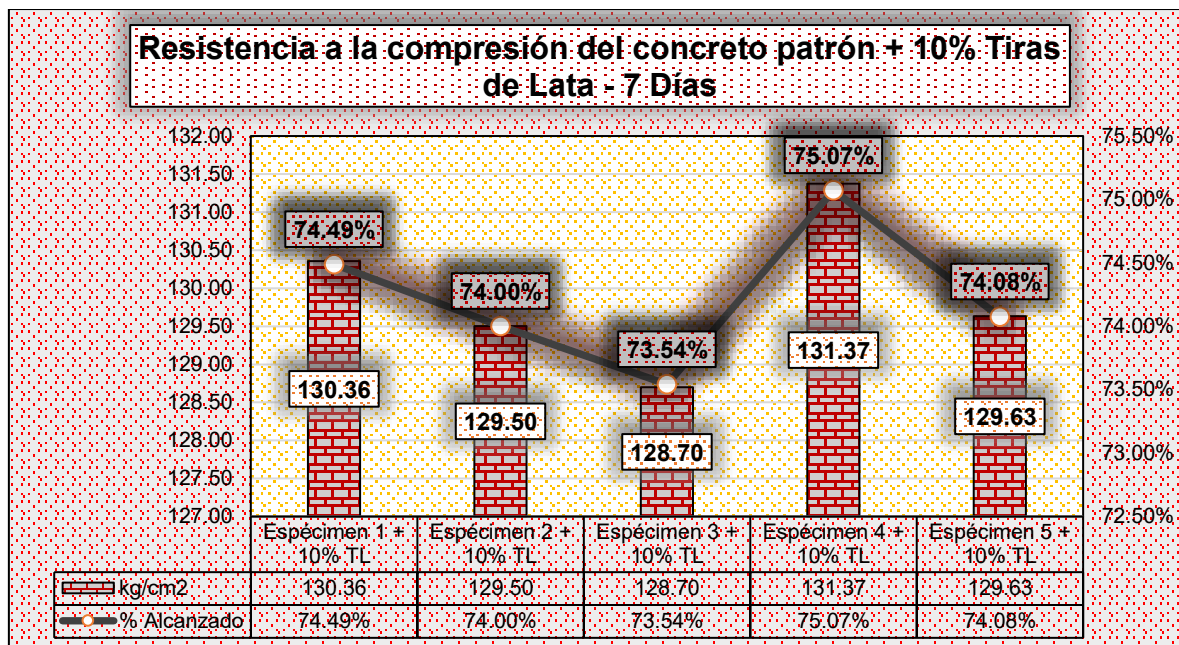
*RC del espécimen + 10%TL – 7 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F`C	EDAD	%
	kg			cm		cm <sup>2</sup>	
Espécimen 1 + 10% TL	23005	14.99	176.48	130.36	175	7	74.49%
Espécimen 2 + 10% TL	22946	15.02	177.19	129.50	175	7	74.00%
Espécimen 3 + 10% TL	22743	15.00	176.71	128.70	175	7	73.54%
Espécimen 4 + 10% TL	23154	14.98	176.24	131.37	175	7	75.07%
Espécimen 5 + 10% TL	22847	14.98	176.24	129.63	175	7	74.08%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>129.91</b>			<b>74.24%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 129.91kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 30**

RC del espécimen + 10%TL – 7 días



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 129.91kg/cm<sup>2</sup>.

∞ **Resistencia a la compresión del Espécimen + 10% TL – 14 Días**

**Tabla 28**

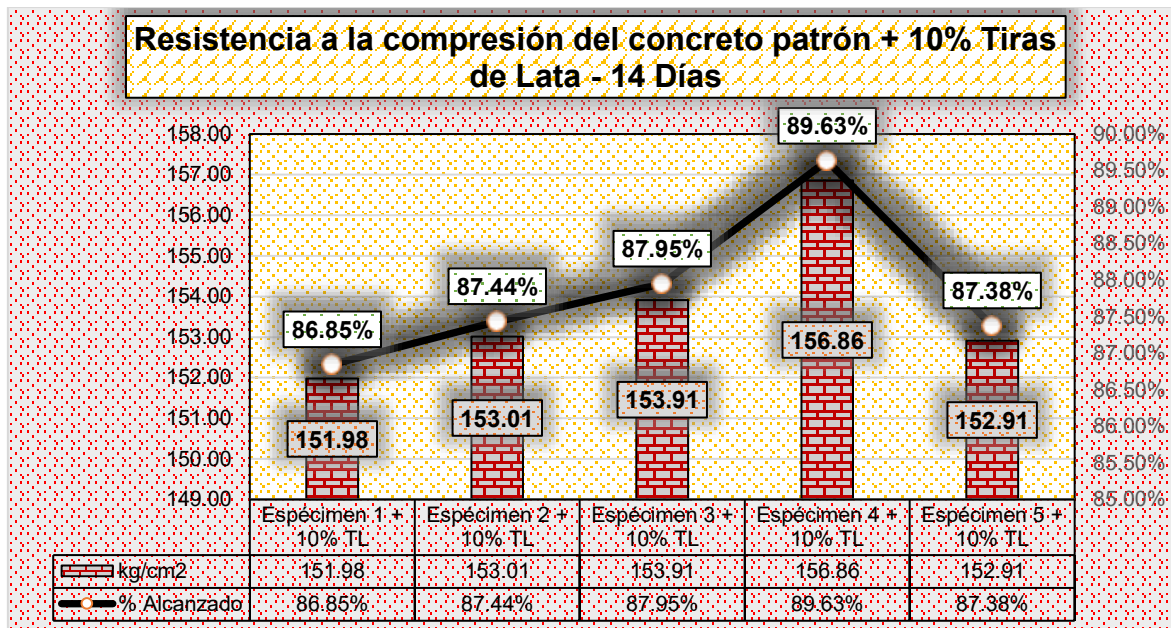
RC del espécimen + 10%TL – 14 días

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F`C	EDAD	%
	kg			cm <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	
Especimen 1 + 10% TL	26786	14.98	176.24	151.98	175	14	86.85%
Especimen 2 + 10% TL	27112	15.02	177.19	153.01	175	14	87.44%
Especimen 3 + 10% TL	27235	15.01	176.95	153.91	175	14	87.95%
Especimen 4 + 10% TL	27645	14.98	176.24	156.86	175	14	89.63%
Especimen 5 + 10% TL	26986	14.99	176.48	152.91	175	14	87.38%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>153.74</b>			<b>87.85%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 153.74kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 31**

RC del espécimen + 10%TL – 14 días



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 153.74kg/cm<sup>2</sup>.

∞ Resistencia a la compresión del Espécimen + 10% TL – 28 Días

**Tabla 29**

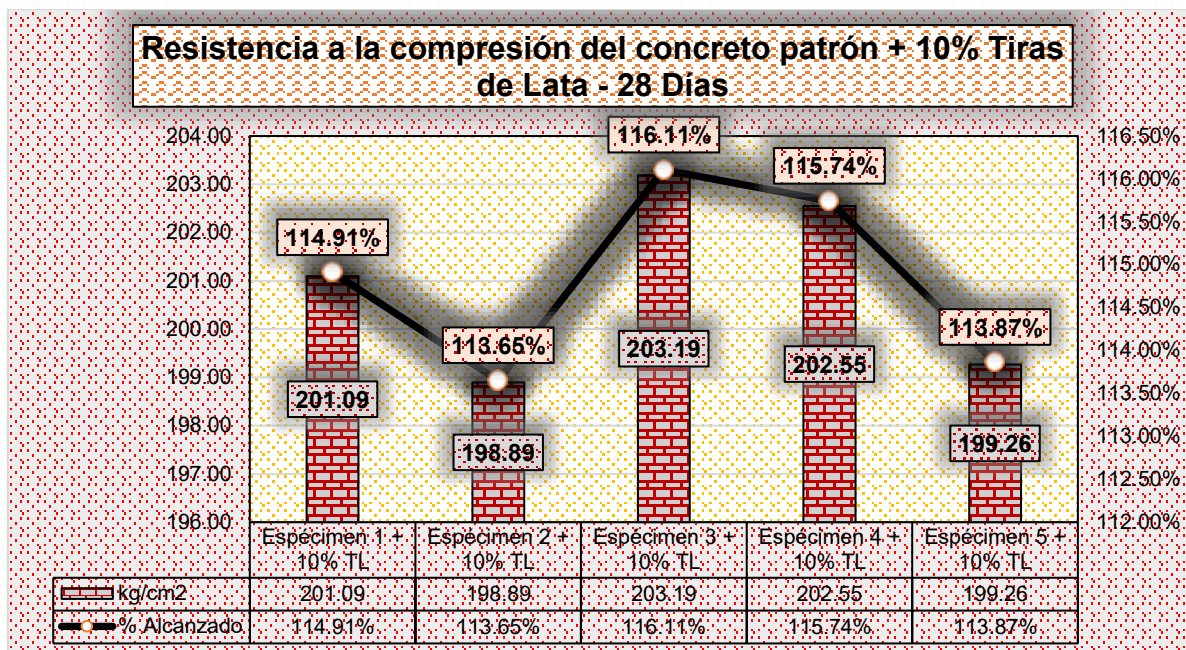
RC del espécimen + 10%TL – 28 días

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	EDAD	%
	kg			cm <sup>2</sup>			
Especimen 1 + 10% TL	35489	14.99	176.48	201.09	175	28	114.91%
Especimen 2 + 10% TL	35194	15.01	176.95	198.89	175	28	113.65%
Especimen 3 + 10% TL	36002	15.02	177.19	203.19	175	28	116.11%
Especimen 4 + 10% TL	35746	14.99	176.48	202.55	175	28	115.74%
Especimen 5 + 10% TL	35119	14.98	176.24	199.26	175	28	113.87%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>201.00</b>			<b>114.86%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 201.00kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 32**

RC del espécimen + 10%TL – 28 días



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 201.00kg/cm<sup>2</sup>.

✓ **Resistencia a la compresión del Especimen + 15% TL – 7 Días**

**Tabla 30**

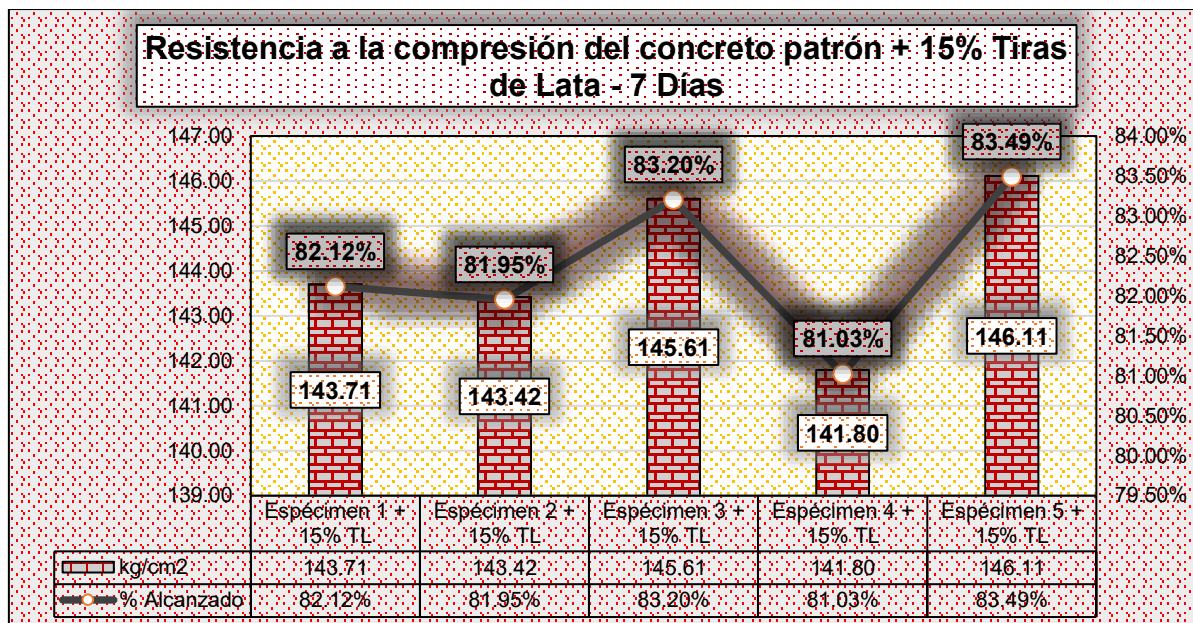
RC del espécimen + 15%TL – 7 días

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F`C	EDAD	%
	kg			cm <sup>2</sup>			
Especimen 1 + 15% TL	25361	14.99	176.48	143.71	175	7	82.12%
Especimen 2 + 15% TL	25412	15.02	177.19	143.42	175	7	81.95%
Especimen 3 + 15% TL	25731	15.00	176.71	145.61	175	7	83.20%
Especimen 4 + 15% TL	24991	14.98	176.24	141.80	175	7	81.03%
Especimen 5 + 15% TL	25751	14.98	176.24	146.11	175	7	83.49%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>144.13</b>			<b>82.36%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 144.13kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 33**

*RC del espécimen + 15%TL – 7 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 144.13kg/cm<sup>2</sup>.

✓ **Resistencia a la compresión del Espécimen + 15% TL – 14 Días**

**Tabla 31**

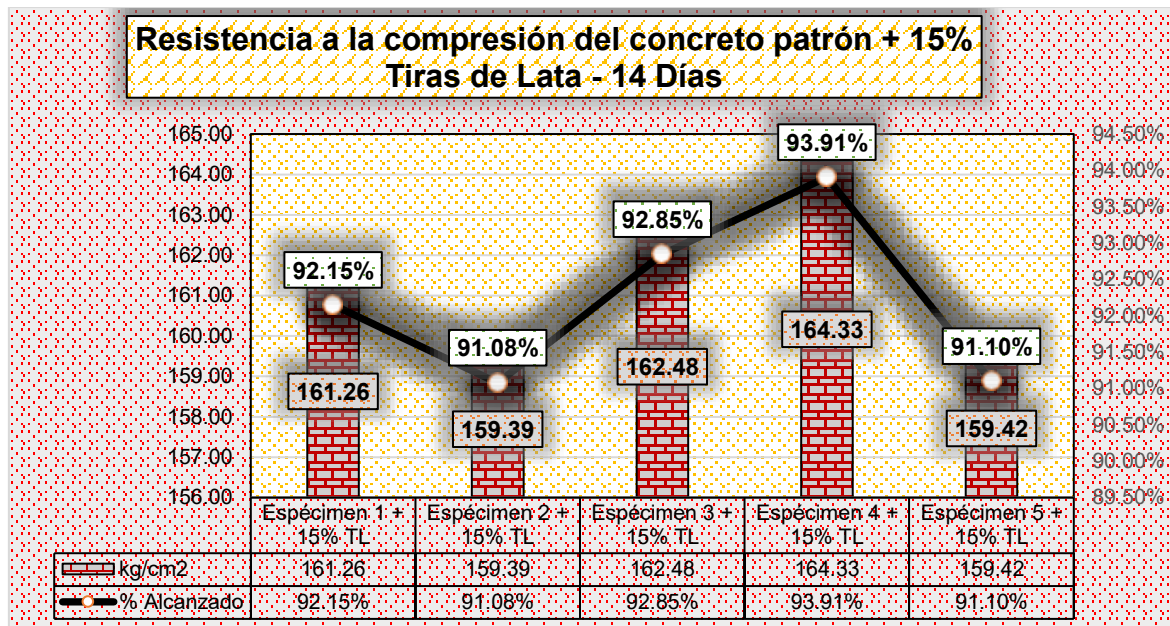
*RC del espécimen + 15%TL – 14 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F' C	EDAD	%
	kg	cm	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	DIAS	
Especimen 1 + 15% TL	28421	14.98	176.24	161.26	175	14	92.15%
Especimen 2 + 15% TL	28241	15.02	177.19	159.39	175	14	91.08%
Especimen 3 + 15% TL	28751	15.01	176.95	162.48	175	14	92.85%
Especimen 4 + 15% TL	28963	14.98	176.24	164.33	175	14	93.91%
Especimen 5 + 15% TL	28135	14.99	176.48	159.42	175	14	91.10%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>161.38</b>			<b>92.22%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 161.38kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 34**

RC del espécimen + 15%TL – 14 días



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 161.38kg/cm<sup>2</sup>.

✓ **Resistencia a la compresión del Especimen + 15% TL – 28 Días**

**Tabla 32**

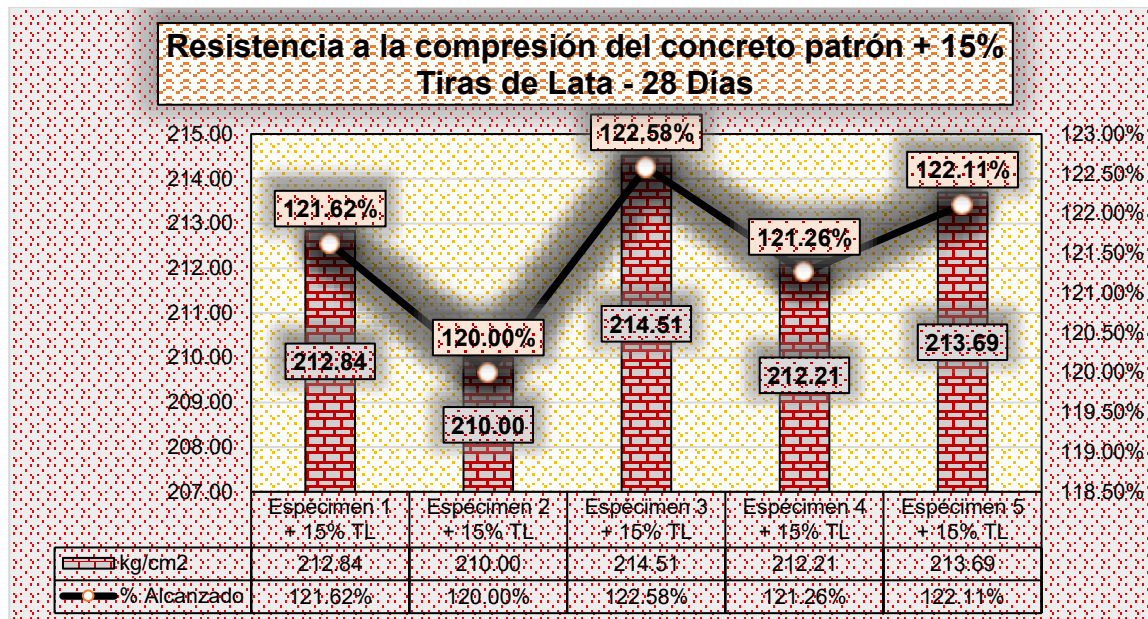
RC del espécimen + 15%TL – 28 días

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F°C	EDAD	%
	kg			cm <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	
Especimen 1 + 15% TL	37561	14.99	176.48	212.84	175	28	121.62%
Especimen 2 + 15% TL	37159	15.01	176.95	210.00	175	28	120.00%
Especimen 3 + 15% TL	38009	15.02	177.19	214.51	175	28	122.58%
Especimen 4 + 15% TL	37451	14.99	176.48	212.21	175	28	121.26%
Especimen 5 + 15% TL	37662	14.98	176.24	213.69	175	28	122.11%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>212.65</b>			<b>121.51%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 212.65kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 35**

*RC del espécimen + 15%TL – 28 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 212.65kg/cm<sup>2</sup>.

- **Resistencia a la compresión del Espécimen + 20% TL – 7 Días**

**Tabla 33**

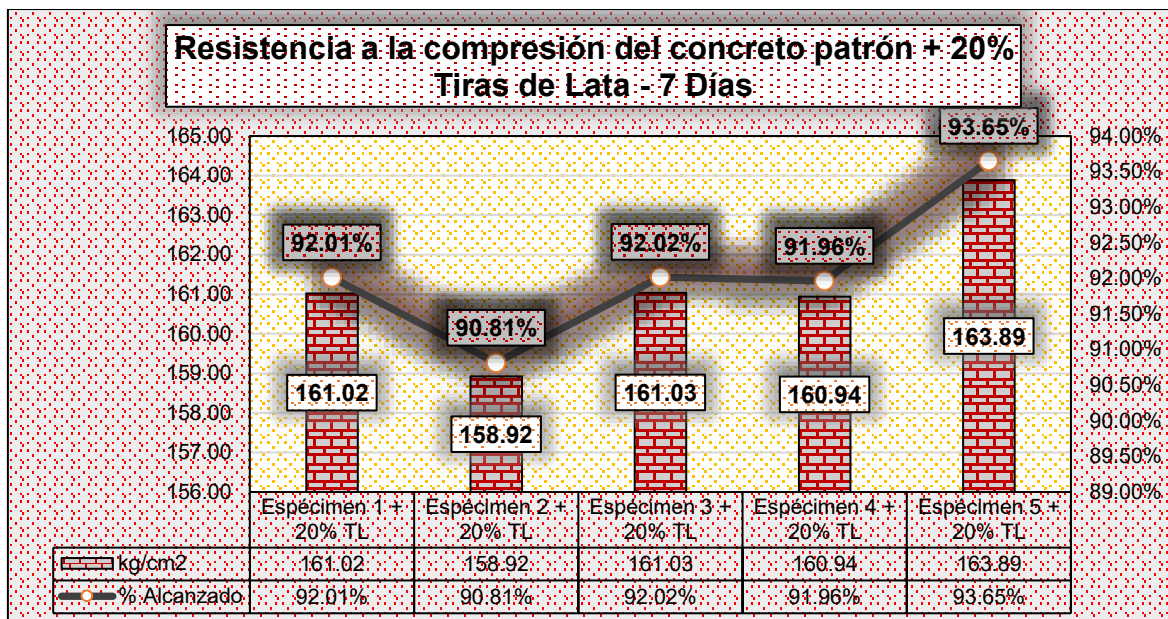
*RC del espécimen + 20%TL – 7 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F`C	EDAD	%
	kg	cm	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	DIAS	
Espécimen 1 + 20% TL	28417	14.99	176.48	161.02	175	7	92.01%
Espécimen 2 + 20% TL	28159	15.02	177.19	158.92	175	7	90.81%
Espécimen 3 + 20% TL	28457	15.00	176.71	161.03	175	7	92.02%
Espécimen 4 + 20% TL	28364	14.98	176.24	160.94	175	7	91.96%
Espécimen 5 + 20% TL	28884	14.98	176.24	163.89	175	7	93.65%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>161.16</b>			<b>92.09%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 161.16kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 36**

*RC del espécimen + 20%TL – 7 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 161.16kg/cm<sup>2</sup>.

- **Resistencia a la compresión del Especimen + 20% TL – 14 Días**

**Tabla 34**

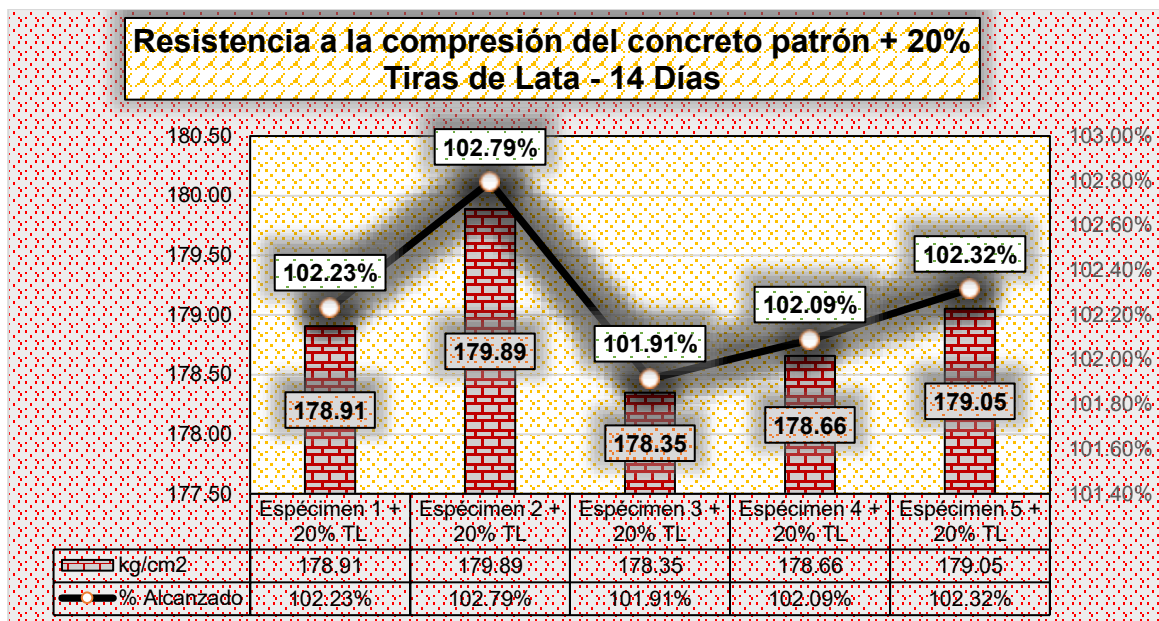
*RC del espécimen + 20%TL – 14 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F' C	EDAD	%
	kg	cm	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	DIAS	
Especimen 1 + 20% TL	31531	14.98	176.24	178.91	175	14	102.23%
Especimen 2 + 20% TL	31874	15.02	177.19	179.89	175	14	102.79%
Especimen 3 + 20% TL	31559	15.01	176.95	178.35	175	14	101.91%
Especimen 4 + 20% TL	31487	14.98	176.24	178.66	175	14	102.09%
Especimen 5 + 20% TL	31599	14.99	176.48	179.05	175	14	102.32%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>178.97</b>			<b>102.27%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 178.97kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 37**

*RC del espécimen + 20%TL – 14 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 178.97kg/cm2.

- **Resistencia a la compresión del Especimen + 20% TL – 28 Días**

**Tabla 35**

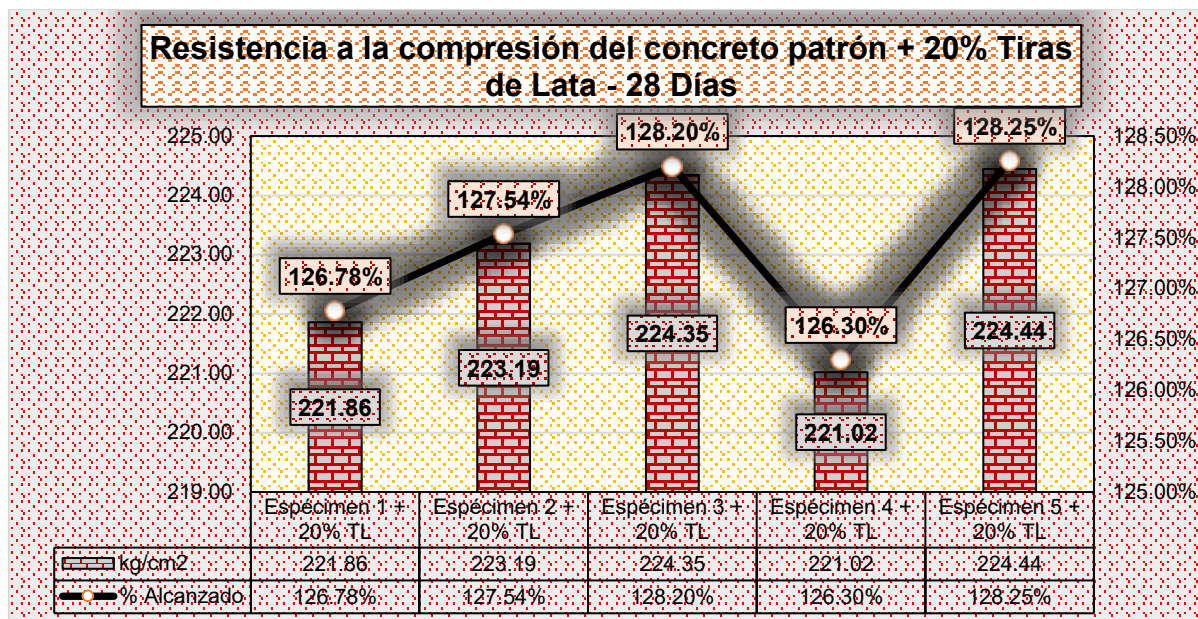
*RC del espécimen + 20%TL – 28 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	EDAD	%
	kg	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	DIAS	
Especimen 1 + 20% TL	39154	14.99	176.48	221.86	175	28	126.78%
Especimen 2 + 20% TL	39493	15.01	176.95	223.19	175	28	127.54%
Especimen 3 + 20% TL	39751	15.02	177.19	224.35	175	28	128.20%
Especimen 4 + 20% TL	39005	14.99	176.48	221.02	175	28	126.30%
Especimen 5 + 20% TL	39557	14.98	176.24	224.44	175	28	128.25%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>222.97</b>			<b>127.41%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 222.97kg/cm2.

**Figura 38**

*RC del espécimen + 20%TL – 28 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 222.97kg/cm<sup>2</sup>.

❖ **Resistencia a la compresión del Especimen + 5% VRT – 7 Días**

**Tabla 36**

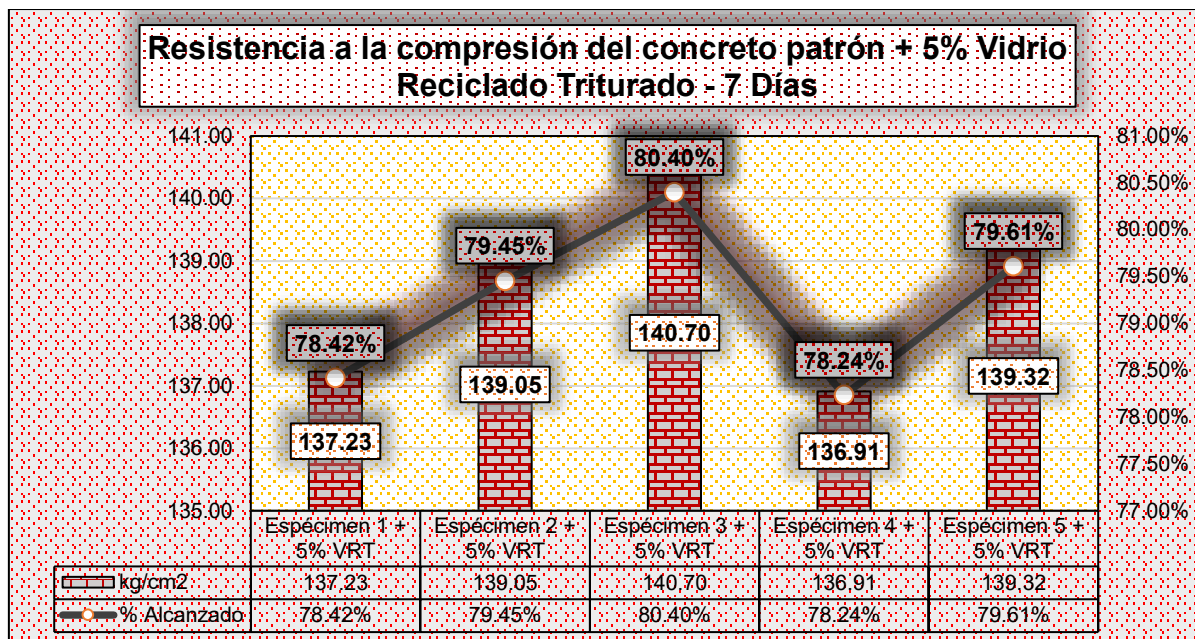
*RC del espécimen + 5%VRT – 7 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	EDAD	%
	kg	cm	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	DIAS	
Especimen 1 + 5% VRT	24218	14.99	176.48	137.23	175	7	78.42%
Especimen 2 + 5% VRT	24637	15.02	177.19	139.05	175	7	79.45%
Especimen 3 + 5% VRT	24864	15.00	176.71	140.70	175	7	80.40%
Especimen 4 + 5% VRT	24130	14.98	176.24	136.91	175	7	78.24%
Especimen 5 + 5% VRT	24554	14.98	176.24	139.32	175	7	79.61%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>138.64</b>			<b>79.22%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 138.64kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 39**

*RC del espécimen + 5%VRT – 7 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 138.64kg/cm<sup>2</sup>.

❖ **Resistencia a la compresión del Espécimen + 5% VRT – 14 Días**

**Tabla 37**

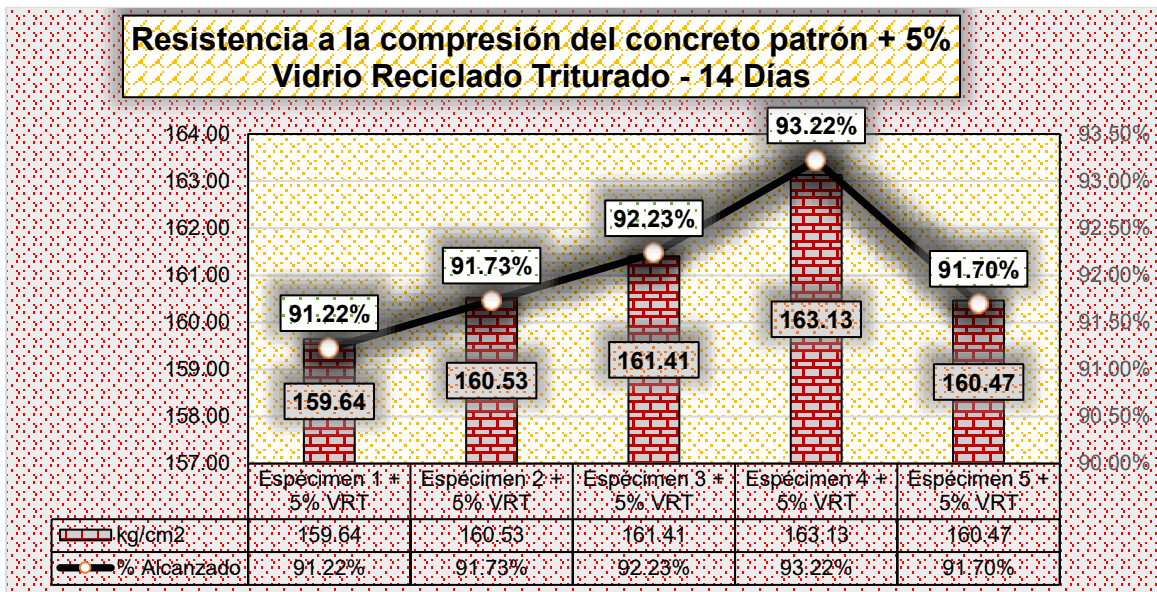
*RC del espécimen + 5%VRT – 14 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F' C	EDAD	%
	kg	cm	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	DIAS	
Especimen 1 + 5% VRT	28136	14.98	176.24	159.64	175	14	91.22%
Especimen 2 + 5% VRT	28443	15.02	177.19	160.53	175	14	91.73%
Especimen 3 + 5% VRT	28561	15.01	176.95	161.41	175	14	92.23%
Especimen 4 + 5% VRT	28751	14.98	176.24	163.13	175	14	93.22%
Especimen 5 + 5% VRT	28319	14.99	176.48	160.47	175	14	91.70%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>161.03</b>			<b>92.02%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 161.03kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 40**

RC del espécimen + 5%VRT – 14 días



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 161.03kg/cm<sup>2</sup>.

❖ Resistencia a la compresión del Espécimen + 5% VRT – 28 Días

**Tabla 38**

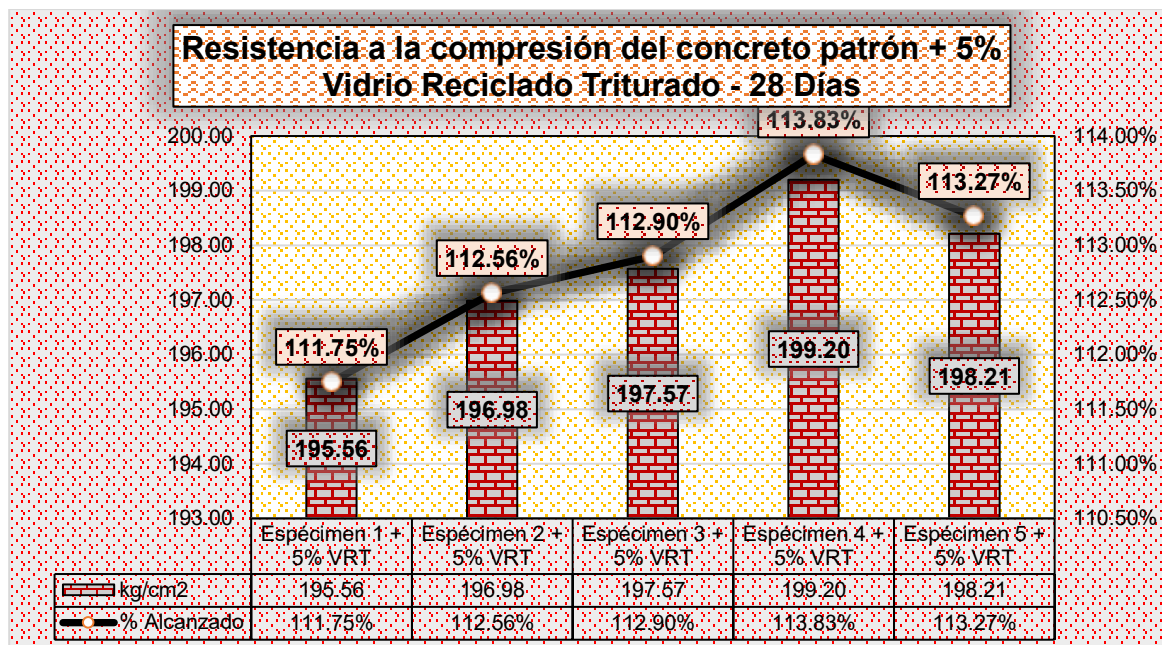
RC del espécimen + 5%VRT – 28 días

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	EDAD	%
	kg	cm	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	DIAS	
Espécimen 1 + 5% VRT	34512	14.99	176.48	195.56	175	28	111.75%
Espécimen 2 + 5% VRT	34856	15.01	176.95	196.98	175	28	112.56%
Espécimen 3 + 5% VRT	35007	15.02	177.19	197.57	175	28	112.90%
Espécimen 4 + 5% VRT	35155	14.99	176.48	199.20	175	28	113.83%
Espécimen 5 + 5% VRT	34934	14.98	176.24	198.21	175	28	113.27%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>197.51</b>			<b>112.86%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 197.51kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 41**

*RC del espécimen + 5%VRT – 28 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 197.51kg/cm<sup>2</sup>.

▲ **Resistencia a la compresión del Espécimen + 10% VRT – 7 Días**

**Tabla 39**

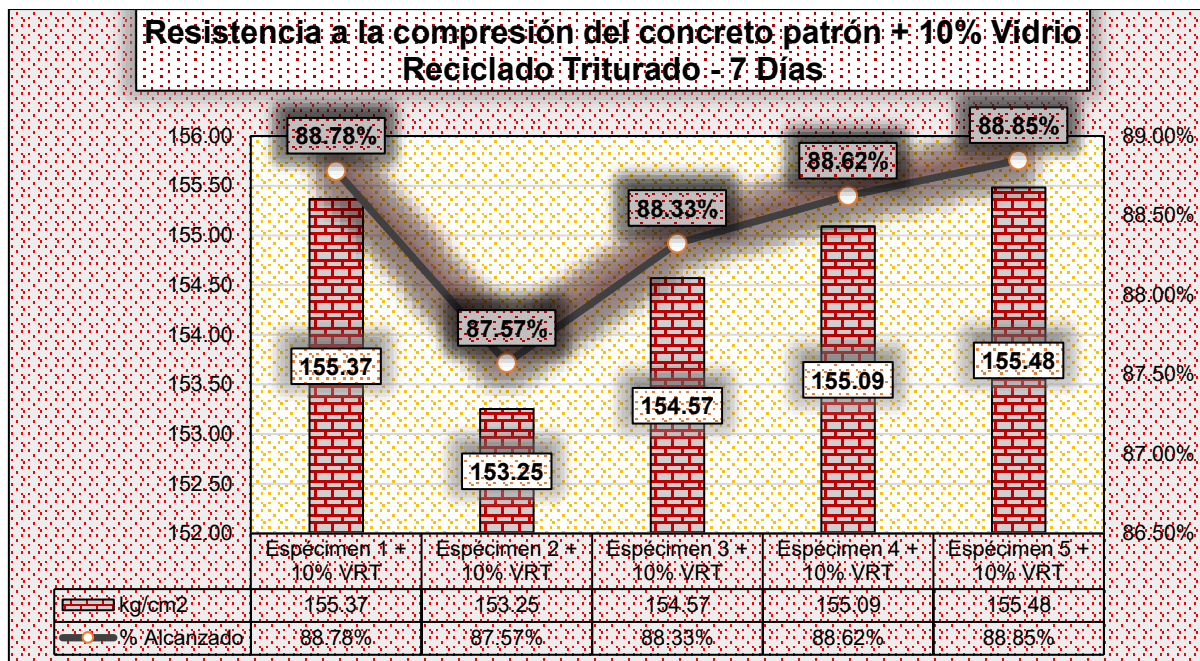
*RC del espécimen + 10%VRT – 7 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	EDAD	%
	kg						
Especimen 1 + 10% VRT	27419	14.99	176.48	155.37	175	7	88.78%
Especimen 2 + 10% VRT	27154	15.02	177.19	153.25	175	7	87.57%
Especimen 3 + 10% VRT	27315	15.00	176.71	154.57	175	7	88.33%
Especimen 4 + 10% VRT	27334	14.98	176.24	155.09	175	7	88.62%
Especimen 5 + 10% VRT	27403	14.98	176.24	155.48	175	7	88.85%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>154.75</b>			<b>88.43%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 154.75kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 42**

*RC del espécimen + 10%VRT – 7 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 154.75kg/cm2.

▲ **Resistencia a la compresión del Espécimen + 10% VRT – 14 Días**

**Tabla 40**

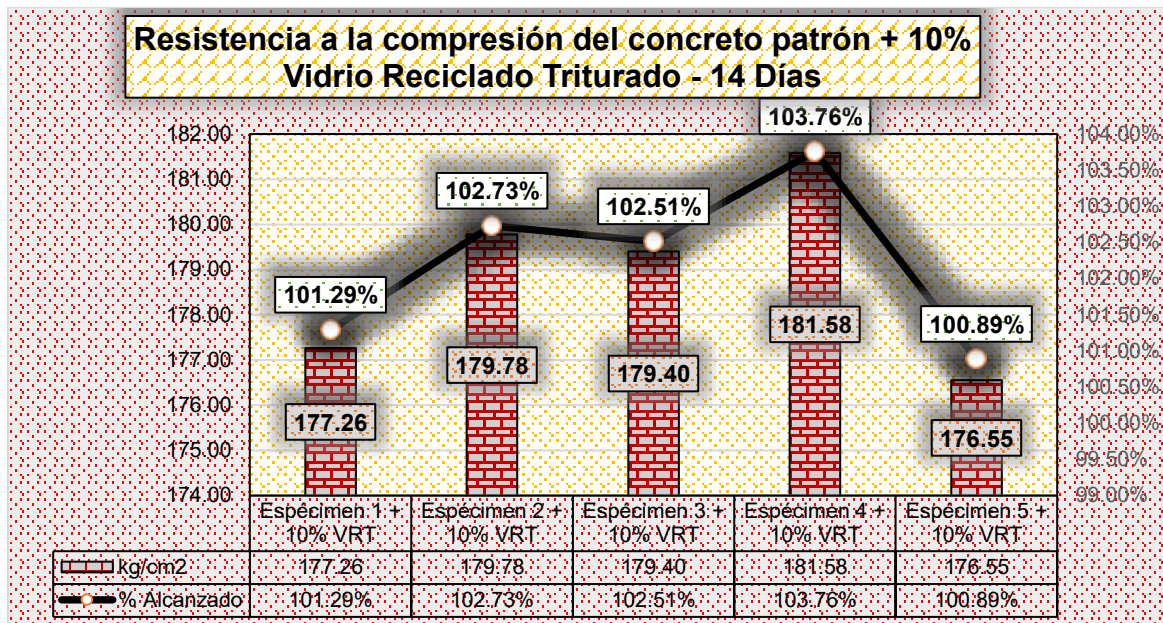
*RC del espécimen + 10%VRT – 14 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	EDAD	%
	kg			cm2			
Espécimen 1 + 10% VRT	31241	14.98	176.24	177.26	175	14	101.29%
Espécimen 2 + 10% VRT	31854	15.02	177.19	179.78	175	14	102.73%
Espécimen 3 + 10% VRT	31745	15.01	176.95	179.40	175	14	102.51%
Espécimen 4 + 10% VRT	32002	14.98	176.24	181.58	175	14	103.76%
Espécimen 5 + 10% VRT	31158	14.99	176.48	176.55	175	14	100.89%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>178.91</b>			<b>102.24%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 178.91kg/cm2.

**Figura 43**

*RC del espécimen + 10%VRT – 14 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 178.91kg/cm<sup>2</sup>.

♣ **Resistencia a la compresión del Espécimen + 10% VRT – 28 Días**

**Tabla 41**

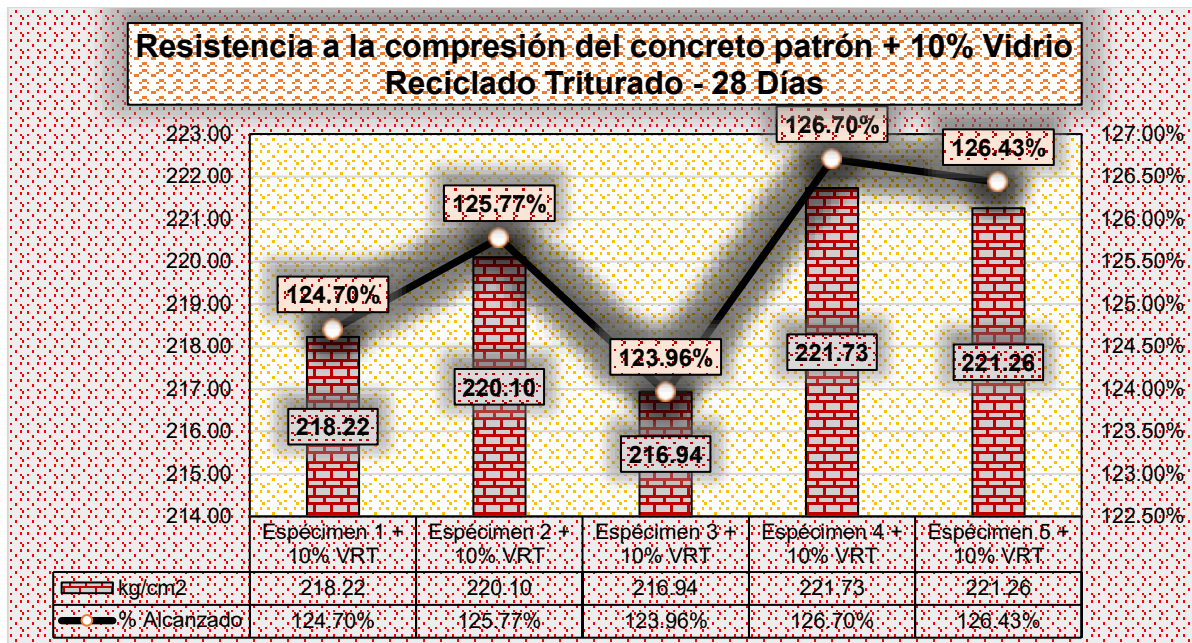
*RC del espécimen + 10%VRT – 28 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF.	F'c	EDAD	%
	kg			cm			
Espécimen 1 + 10% VRT	38512	14.99	176.48	218.22	175	28	124.70%
Espécimen 2 + 10% VRT	38947	15.01	176.95	220.10	175	28	125.77%
Espécimen 3 + 10% VRT	38438	15.02	177.19	216.94	175	28	123.96%
Espécimen 4 + 10% VRT	39131	14.99	176.48	221.73	175	28	126.70%
Espécimen 5 + 10% VRT	38995	14.98	176.24	221.26	175	28	126.43%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>219.65</b>			<b>125.51%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 219.65kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 44**

*RC del espécimen + 10%VRT – 28 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 219.65kg/cm<sup>2</sup>.

▪ **Resistencia a la compresión del Espécimen + 15% VRT – 7 Días**

**Tabla 42**

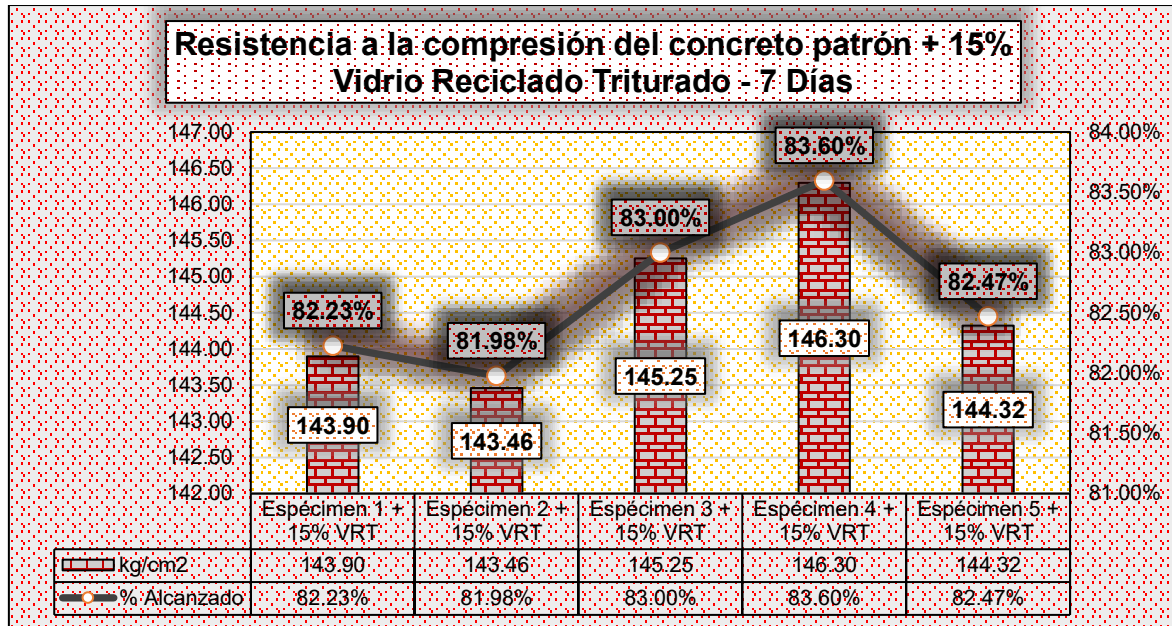
*RC del espécimen + 15%VRT – 7 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F' C	EDAD	%
	kg	cm	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	DIAS	
Especimen 1 + 15% VRT	25395	14.99	176.48	143.90	175	7	82.23%
Especimen 2 + 15% VRT	25419	15.02	177.19	143.46	175	7	81.98%
Especimen 3 + 15% VRT	25668	15.00	176.71	145.25	175	7	83.00%
Especimen 4 + 15% VRT	25784	14.98	176.24	146.30	175	7	83.60%
Especimen 5 + 15% VRT	25436	14.98	176.24	144.32	175	7	82.47%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>144.65</b>			<b>82.65%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 144.65kg/cm<sup>2</sup>.

Figura 45

RC del espécimen + 15%VRT – 7 días



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 7 días, teniendo un promedio rotura de 144.65kg/cm<sup>2</sup>.

- Resistencia a la compresión del Espécimen + 15% VRT – 14 Días

Tabla 43

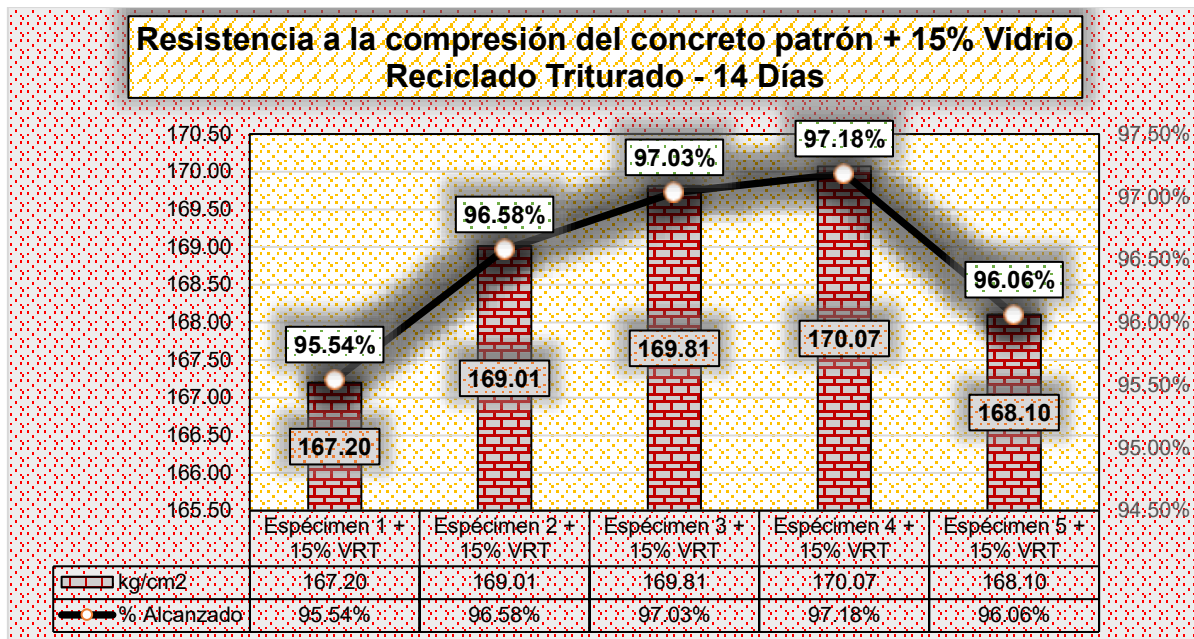
RC del espécimen + 15%VRT – 14 días

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	EDAD	%
	kg	cm	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	DIAS	
Espécimen 1 + 15% VRT	29468	14.98	176.24	167.20	175	14	95.54%
Espécimen 2 + 15% VRT	29947	15.02	177.19	169.01	175	14	96.58%
Espécimen 3 + 15% VRT	30048	15.01	176.95	169.81	175	14	97.03%
Espécimen 4 + 15% VRT	29974	14.98	176.24	170.07	175	14	97.18%
Espécimen 5 + 15% VRT	29667	14.99	176.48	168.10	175	14	96.06%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>168.84</b>			<b>96.48%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 168.84kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 46**

*RC del espécimen + 15%VRT – 14 días*



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 14 días, teniendo un promedio rotura de 168.84kg/cm<sup>2</sup>.

▪ **Resistencia a la compresión del Espécimen + 15% VRT – 28 Días**

**Tabla 44**

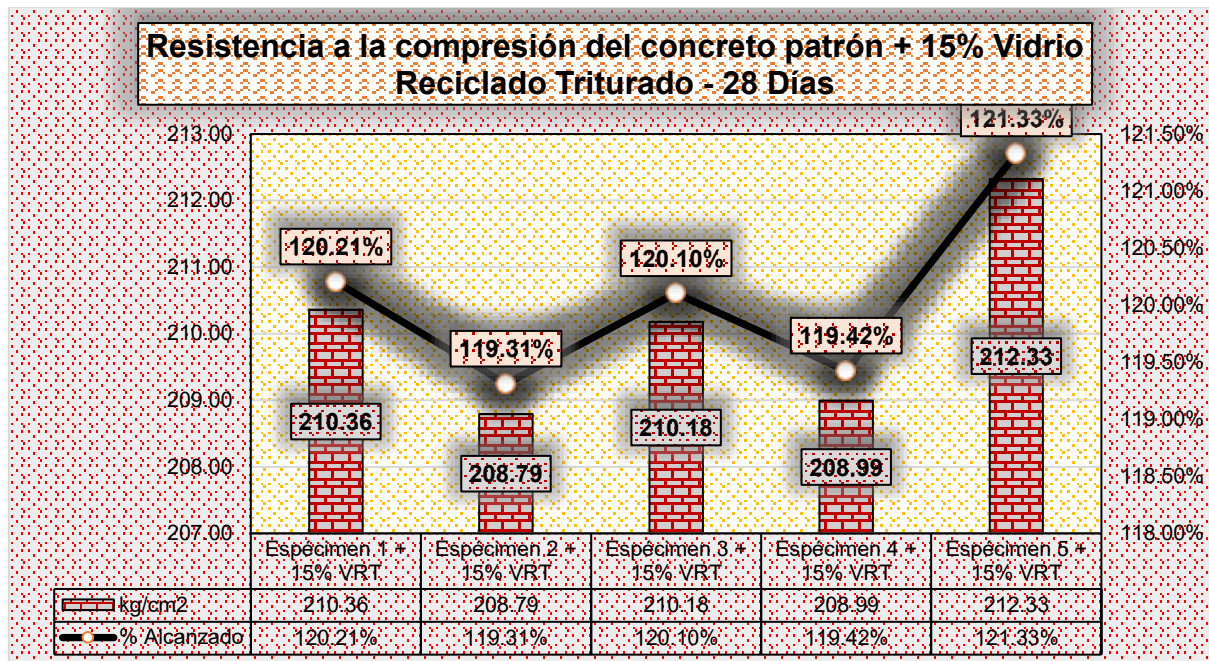
*RC del espécimen + 15%VRT – 28 días*

Descripción	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	EDAD	%
	kg	cm	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	DIAS	
Espécimen 1 + 15% VRT	37124	14.99	176.48	210.36	175	28	120.21%
Espécimen 2 + 15% VRT	36946	15.01	176.95	208.79	175	28	119.31%
Espécimen 3 + 15% VRT	37241	15.02	177.19	210.18	175	28	120.10%
Espécimen 4 + 15% VRT	36883	14.99	176.48	208.99	175	28	119.42%
Espécimen 5 + 15% VRT	37421	14.98	176.24	212.33	175	28	121.33%
<b>PROMEDIO ROTURA</b>				<b>210.13</b>			<b>120.07%</b>

Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 210.13kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 47**

RC del espécimen + 15%VRT – 28 días



Los desenlaces obtenidos muestran los resultantes del esfuerzo a la rotura del concreto a los 28 días, teniendo un promedio rotura de 210.13kg/cm<sup>2</sup>.

### Comparativo de los resultados obtenidos

**Tabla 45**

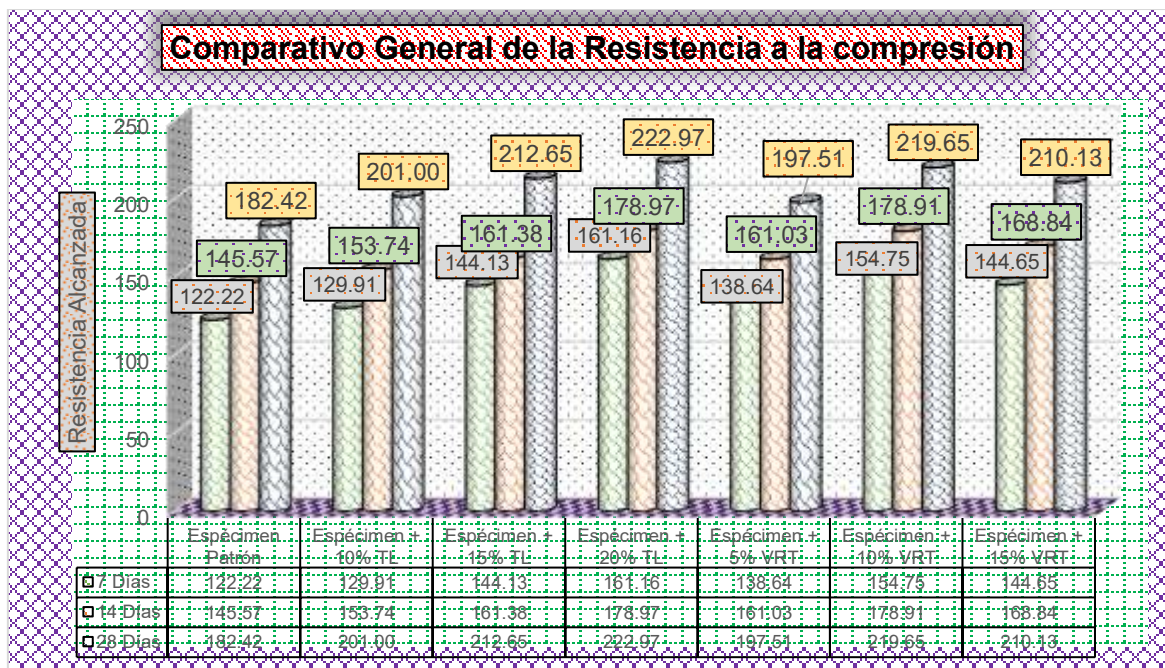
Comparativo de los resultados obtenidos

<b>Comparativo General Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			
Descripción	7 días	14 días	28 días
Especimen Patrón	122.22	145.57	182.42
Especimen + 10% TL	129.91	153.74	201.00
Especimen + 15% TL	144.13	161.38	212.65
Especimen + 20% TL	161.16	178.97	222.97
Especimen + 5% VRT	138.64	161.03	197.51
Especimen + 10% VRT	154.75	178.91	219.65
Especimen + 15% VRT	144.65	168.84	210.13

Los resultados muestran todos los resultados obtenidos con las incorporaciones de tiras de lata y vidrio reciclado triturado en diferentes proporciones.

**Figura 48**

*Comparativo de los resultados obtenidos*



Los resultados muestran todos los resultados obtenidos con las incorporaciones de tiras de lata y vidrio reciclado triturado en diferentes proporciones.

### 4.1.3 Variación de la permeabilidad en estado endurecido con la aplicación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado en el concreto poroso

#### ➤ Permeabilidad del Espécimen Patrón

#### ○ Espécimen Patrón 7 Días

**Tabla 46**

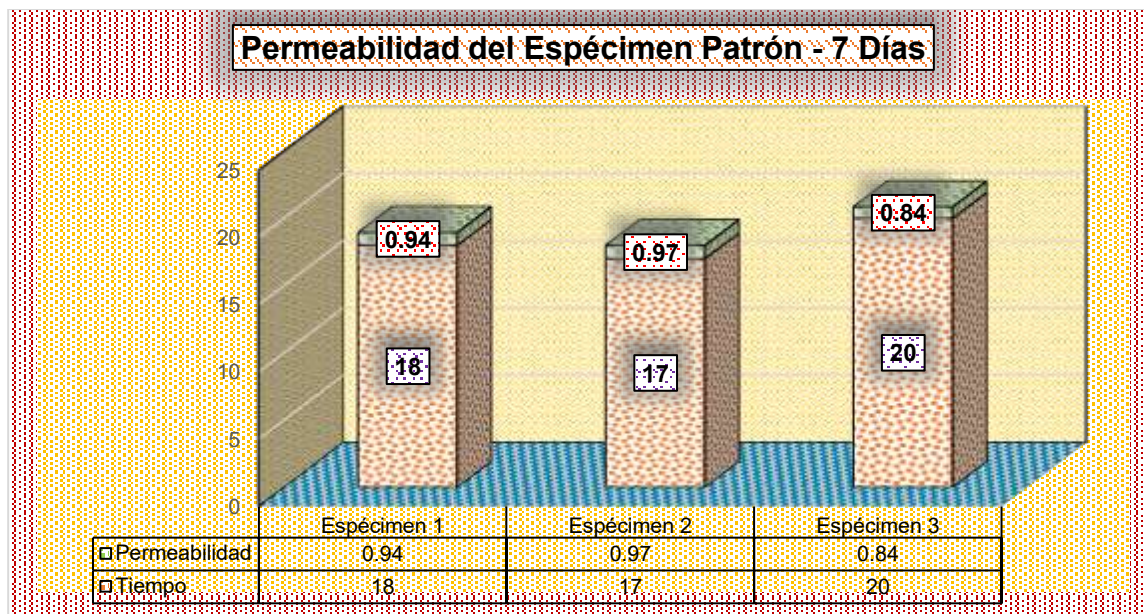
*Permeabilidad - Espécimen patrón – 7 Días*

Descripción	Días	F°C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1	7	175	18	0.94
Espécimen 2	7	175	17	0.97
Espécimen 3	7	175	20	0.84
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.92</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.92 cm/seg promedio, en la primera semana.

**Figura 49**

*Permeabilidad - Espécimen patrón – 7 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.92 cm/seg promedio, en la primera semana.

○ **Espécimen Patrón 14 Días**

**Tabla 47**

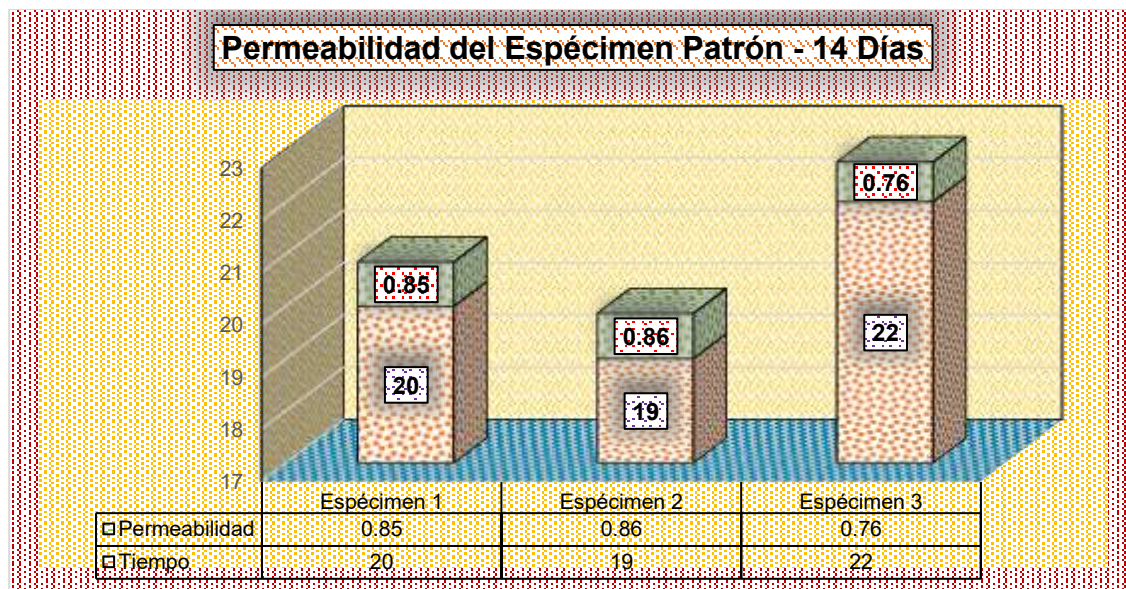
*Permeabilidad - Espécimen patrón – 14 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1	14	175	20	0.85
Espécimen 2	14	175	19	0.86
Espécimen 3	14	175	22	0.76
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.82</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.82 cm/seg promedio, en la segunda semana.

**Figura 50**

*Permeabilidad - Espécimen patrón – 14 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.82 cm/seg promedio, en la segunda semana.

○ **Espécimen Patrón 28 Días**

**Tabla 48**

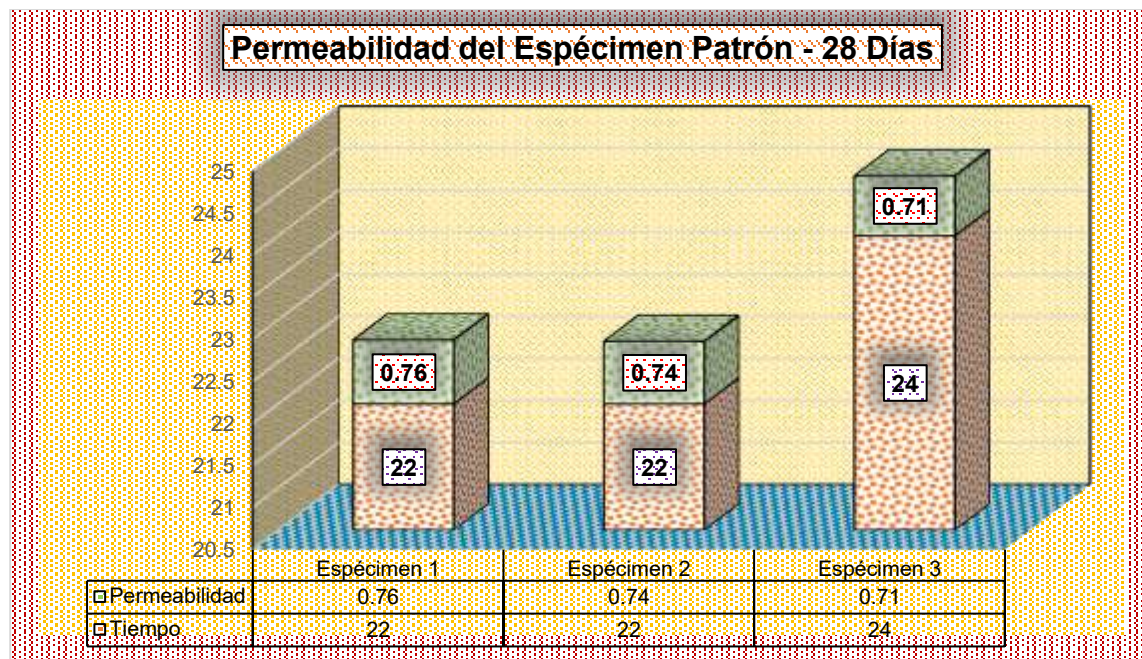
*Permeabilidad - Espécimen patrón – 28 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm2)	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1	28	175	22	0.76
Espécimen 2	28	175	22	0.74
Espécimen 3	28	175	24	0.71
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.74</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.74 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

**Figura 51**

*Permeabilidad - Espécimen patrón – 28 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.74 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

✓ **Espécimen Patrón + 10% TL - 7 Días**

**Tabla 49**

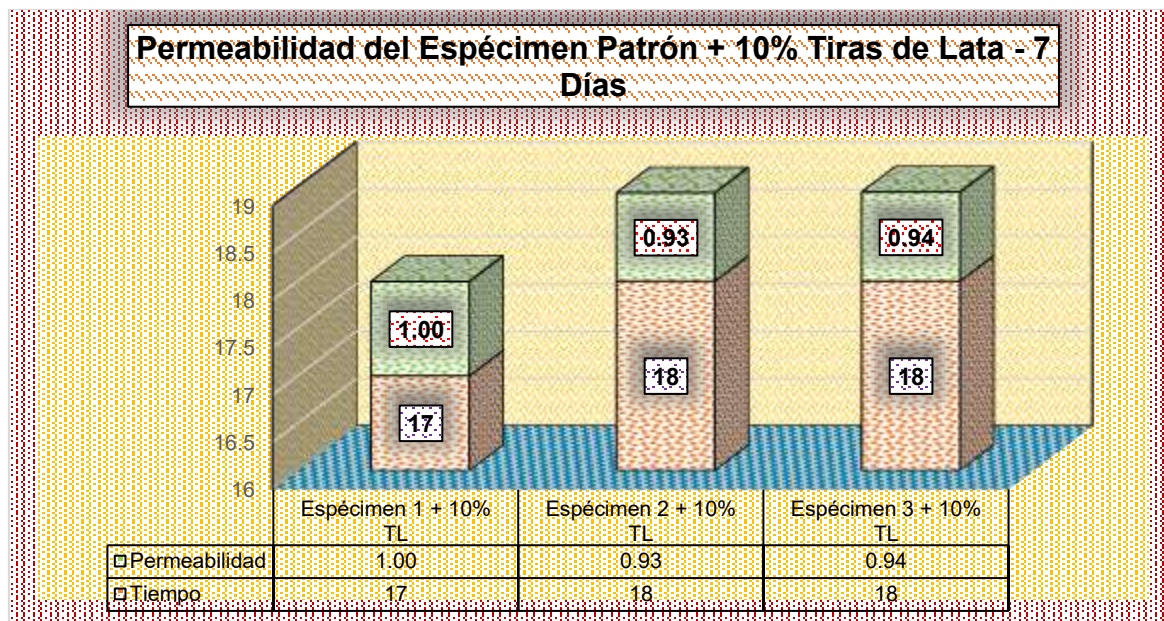
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 7 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 10% TL	7	175	17	1.00
Espécimen 2 + 10% TL	7	175	18	0.93
Espécimen 3 + 10% TL	7	175	18	0.94
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.96</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.96 cm/seg promedio, en la primera semana.

**Figura 52**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 7 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.96 cm/seg promedio, en la primera semana.

✓ **Espécimen Patrón + 10% TL - 14 Días**

**Tabla 50**

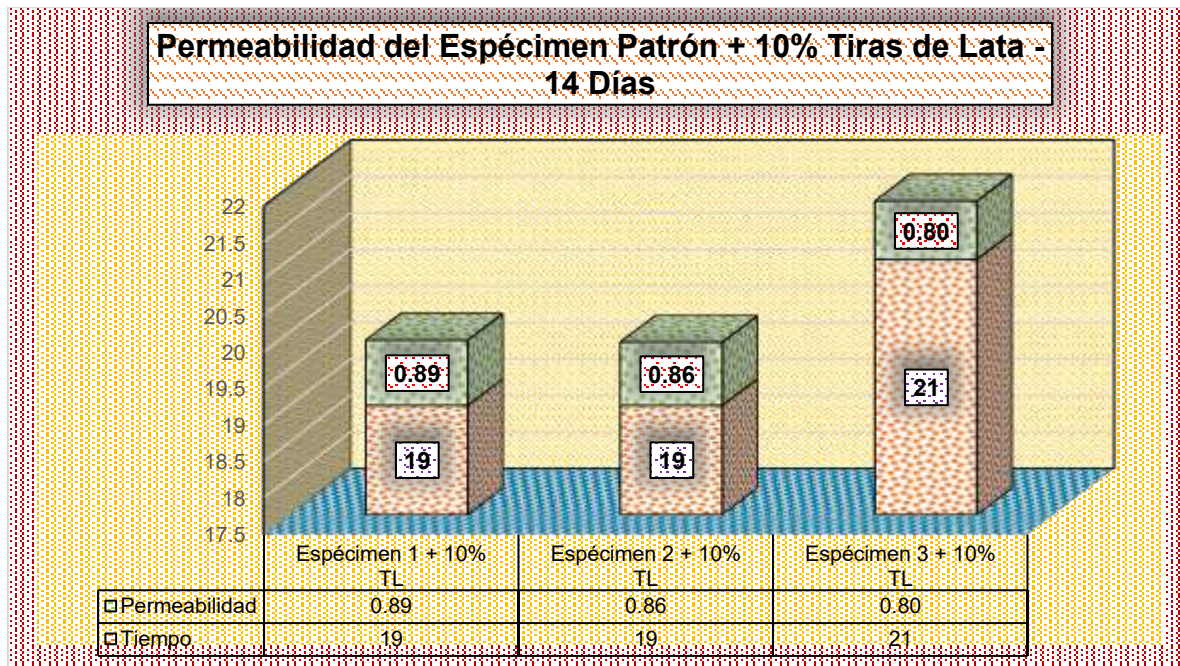
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 14 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Especimen 1 + 10% TL	14	175	19	0.89
Especimen 2 + 10% TL	14	175	19	0.86
Especimen 3 + 10% TL	14	175	21	0.80
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.85</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.85 cm/seg promedio, en la segunda semana.

**Figura 53**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 14 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.85 cm/seg promedio, en la segunda semana.

✓ **Espécimen Patrón + 10% TL - 28 Días**

**Tabla 51**

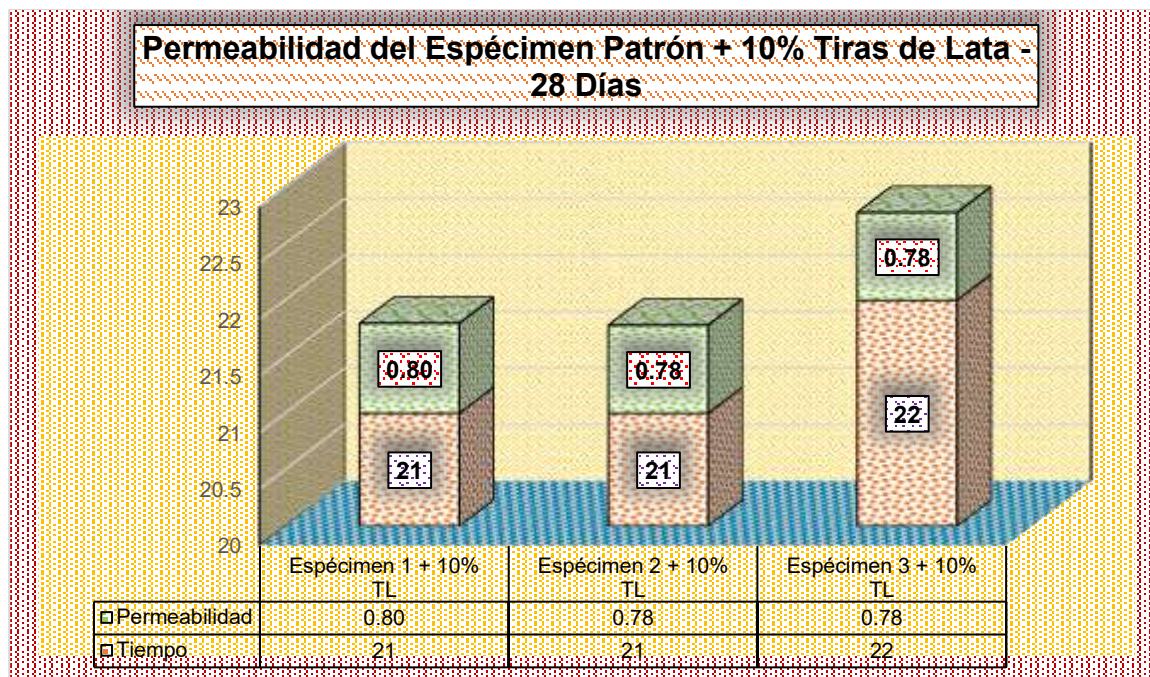
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 28 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 10% TL	28	175	21	0.80
Espécimen 2 + 10% TL	28	175	21	0.78
Espécimen 3 + 10% TL	28	175	22	0.78
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.78</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.78 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

**Figura 54**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% TL – 28 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.78 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

- **Espécimen Patrón + 15% TL - 7 Días**

**Tabla 52**

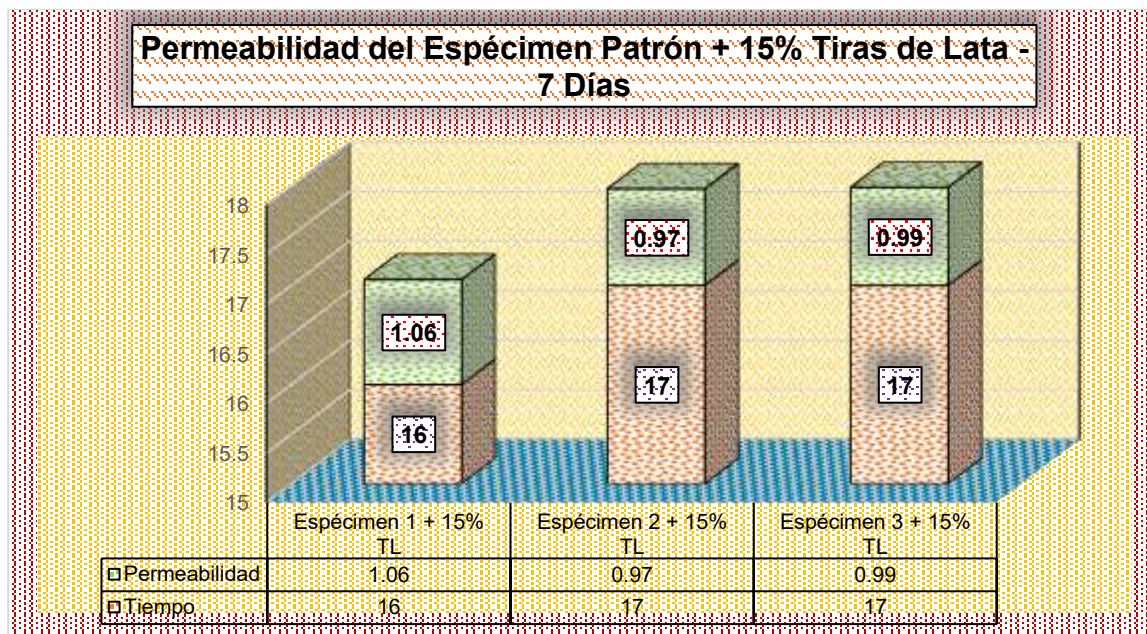
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 7 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 15% TL	7	175	16	1.06
Espécimen 2 + 15% TL	7	175	17	0.97
Espécimen 3 + 15% TL	7	175	17	0.99
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>1.01</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 1.01 cm/seg promedio, en la primera semana.

**Figura 55**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 7 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 1.01 cm/seg promedio, en la primera semana.

- **Espécimen Patrón + 15% TL - 14 Días**

**Tabla 53**

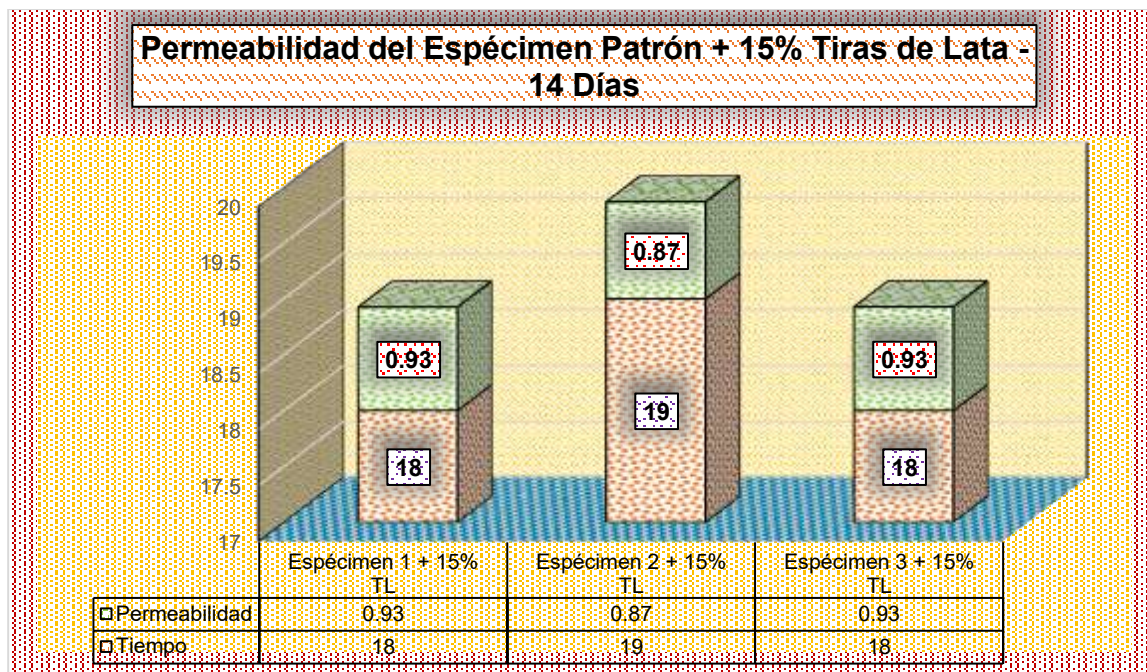
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 14 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 15% TL	14	175	18	0.93
Espécimen 2 + 15% TL	14	175	19	0.87
Espécimen 3 + 15% TL	14	175	18	0.93
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.91</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.91 cm/seg promedio, en la segunda semana.

**Figura 56**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 14 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.91 cm/seg promedio, en la segunda semana.

- **Espécimen Patrón + 15% TL - 28 Días**

**Tabla 54**

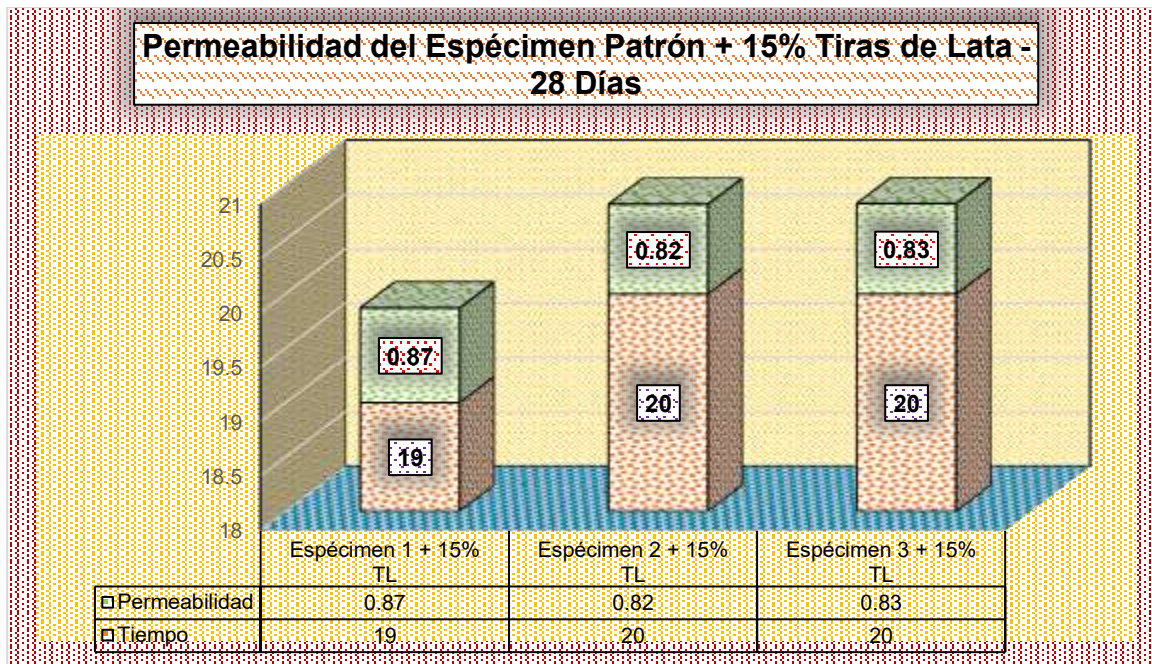
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 28 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 15% TL	28	175	19	0.87
Espécimen 2 + 15% TL	28	175	20	0.82
Espécimen 3 + 15% TL	28	175	20	0.83
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.84</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.84 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

**Figura 57**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% TL – 28 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.84 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

**□ Espécimen Patrón + 20% TL - 7 Días**

**Tabla 55**

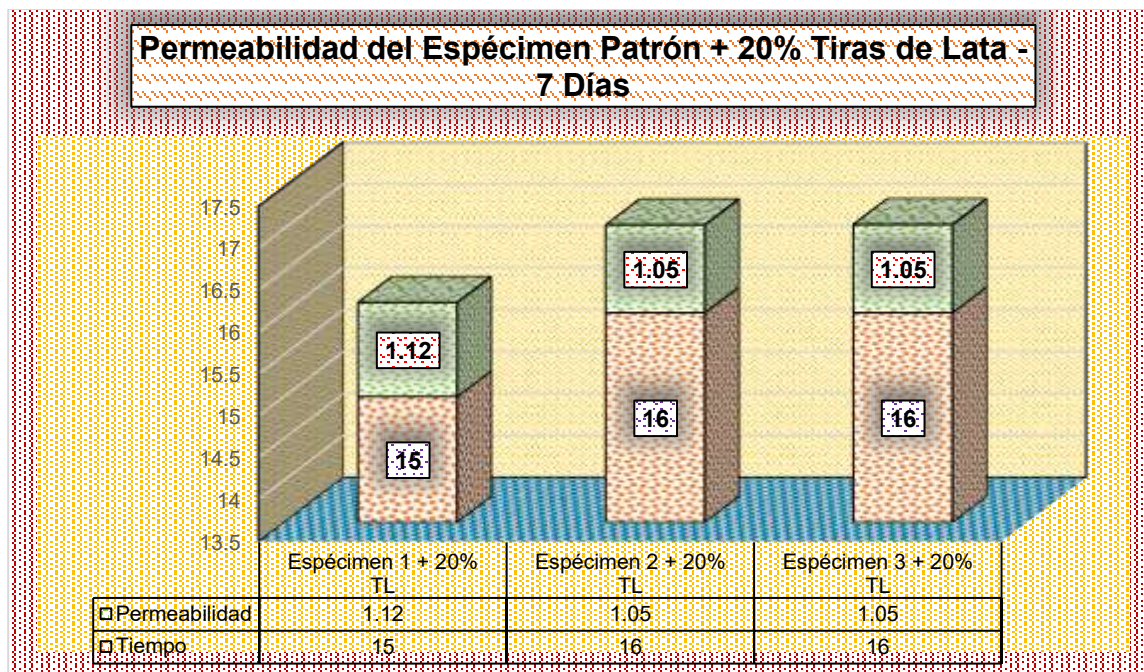
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 7 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm2)	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 20% TL	7	175	15	1.12
Espécimen 2 + 20% TL	7	175	16	1.05
Espécimen 3 + 20% TL	7	175	16	1.05
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>1.07</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 1.07 cm/seg promedio, en la primera semana.

**Figura 58**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 7 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 1.07 cm/seg promedio, en la primera semana.

**□ Espécimen Patrón + 20% TL - 14 Días**

**Tabla 56**

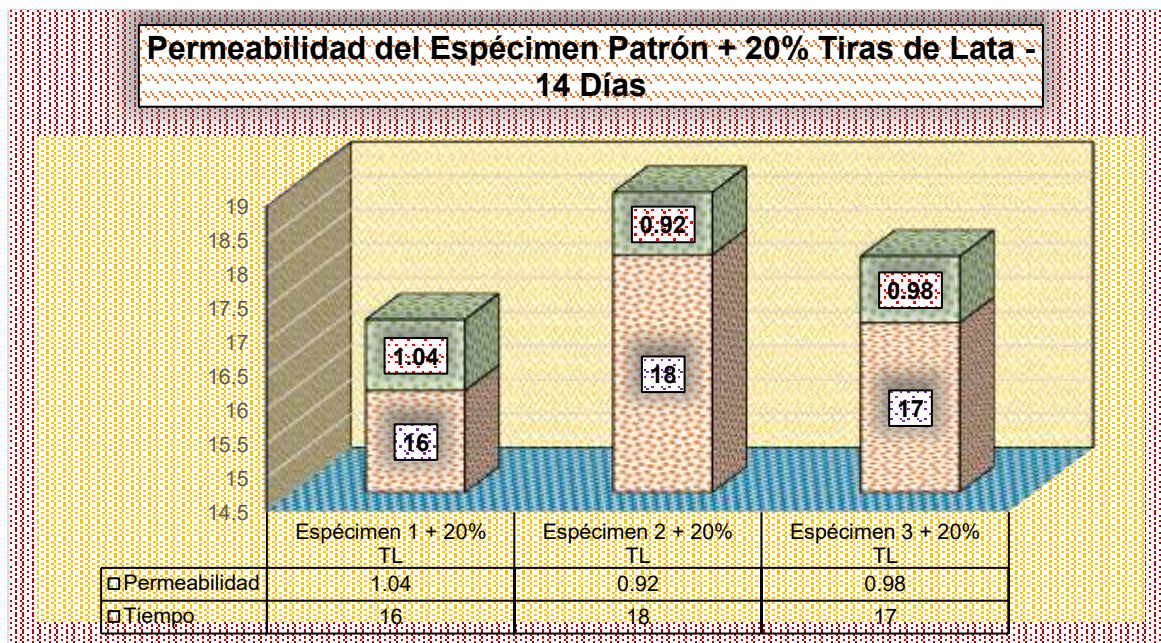
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 14 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 20% TL	14	175	16	1.04
Espécimen 2 + 20% TL	14	175	18	0.92
Espécimen 3 + 20% TL	14	175	17	0.98
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.98</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.98 cm/seg promedio, en la segunda semana.

**Figura 59**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 14 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.98 cm/seg promedio, en la segunda semana.

**□ Espécimen Patrón + 20% TL - 28 Días**

**Tabla 57**

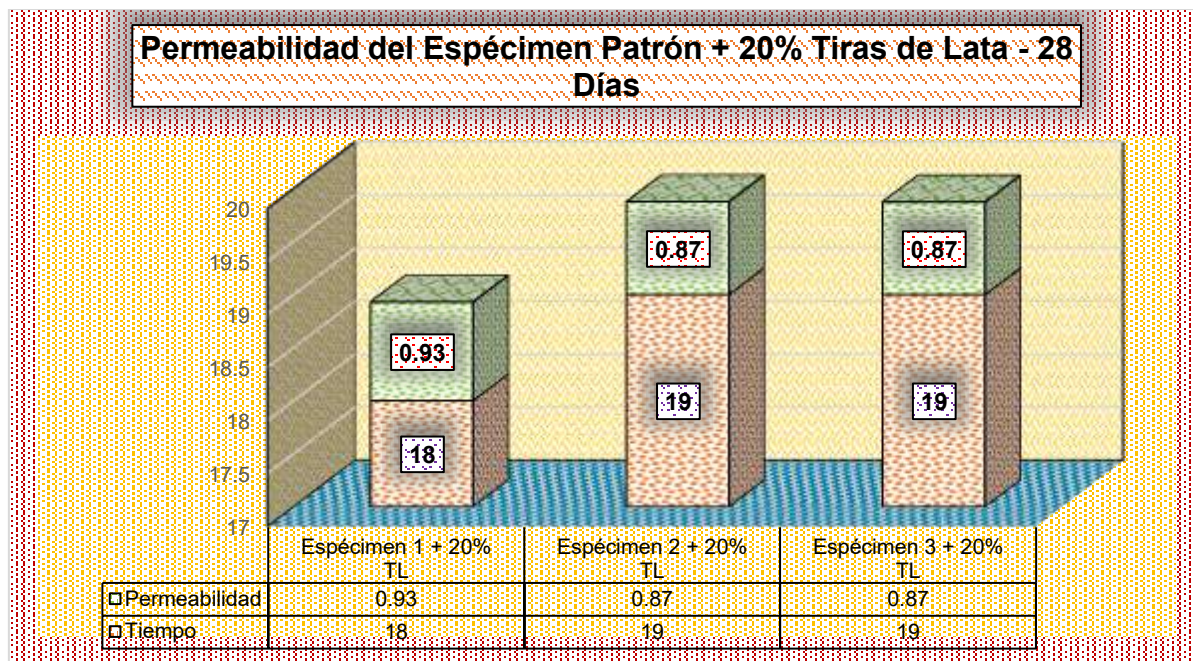
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 28 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm2)	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 20% TL	28	175	18	0.93
Espécimen 2 + 20% TL	28	175	19	0.87
Espécimen 3 + 20% TL	28	175	19	0.87
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.89</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.89 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

**Figura 60**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 20% TL – 28 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.89 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

**✚ Espécimen Patrón + 5% VRT - 7 Días**

**Tabla 58**

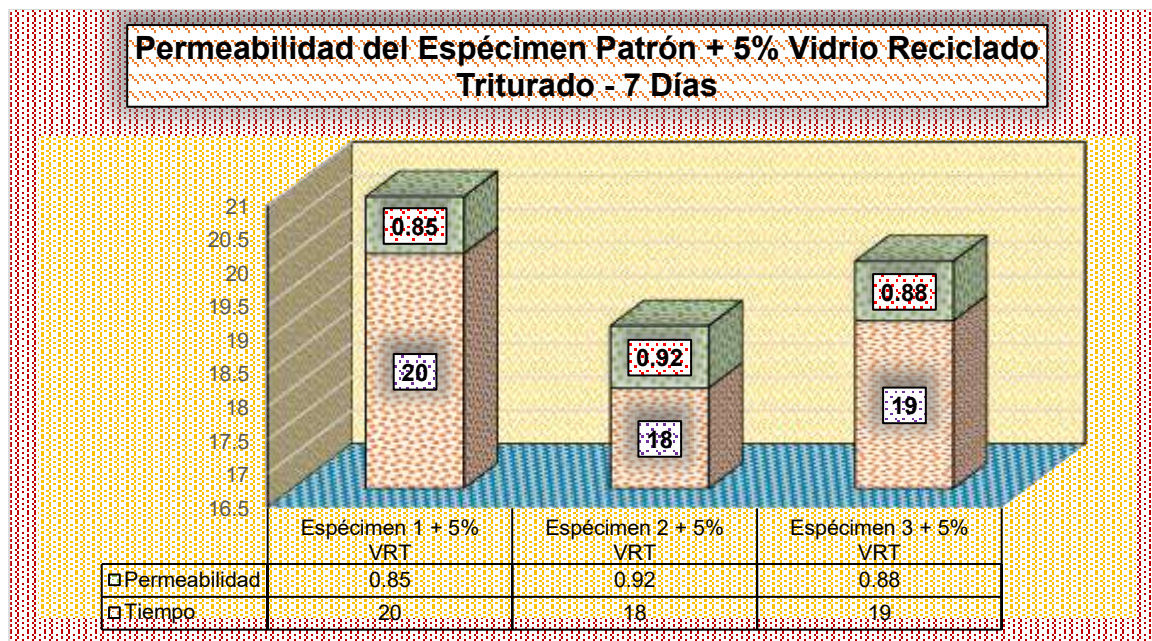
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 7 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm2)	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 5% VRT	7	175	20	0.85
Espécimen 2 + 5% VRT	7	175	18	0.92
Espécimen 3 + 5% VRT	7	175	19	0.88
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.88</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.88 cm/seg promedio, en la primera semana.

**Figura 61**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 7 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.88 cm/seg promedio, en la primera semana.

**✚ Espécimen Patrón + 5% VRT - 14 Días**

**Tabla 59**

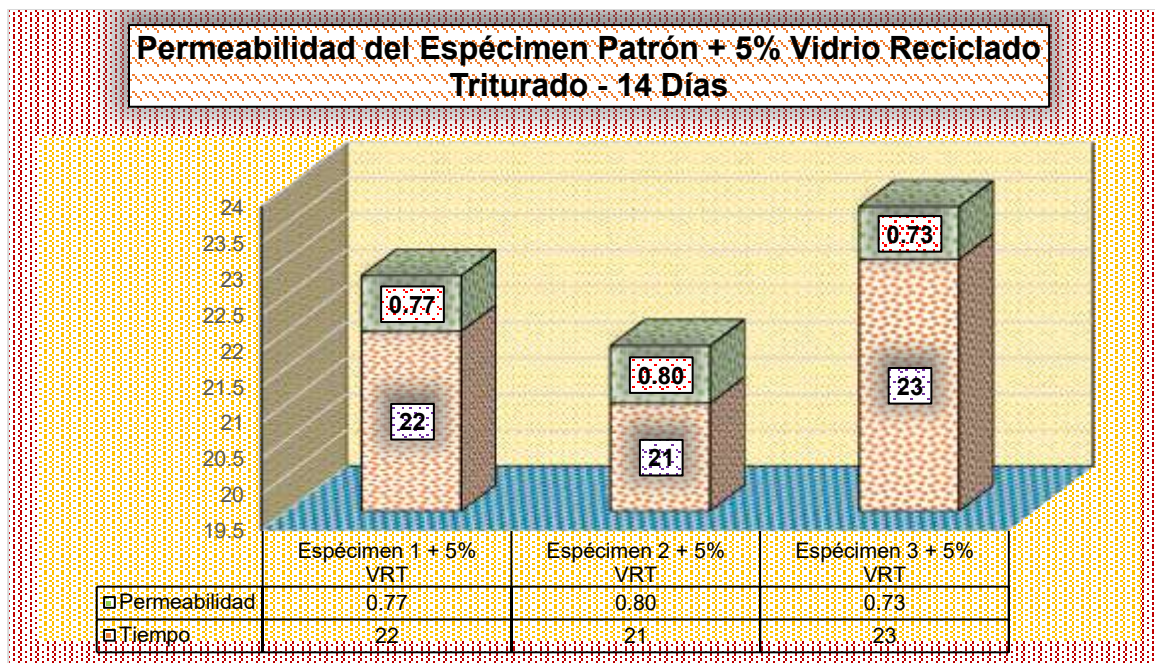
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 14 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 5% VRT	14	175	22	0.77
Espécimen 2 + 5% VRT	14	175	21	0.80
Espécimen 3 + 5% VRT	14	175	23	0.73
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.76</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.76 cm/seg promedio, en la segunda semana.

**Figura 62**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 14 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.76 cm/seg promedio, en la segunda semana.

**✚ Espécimen Patrón + 5% VRT - 28 Días**

**Tabla 60**

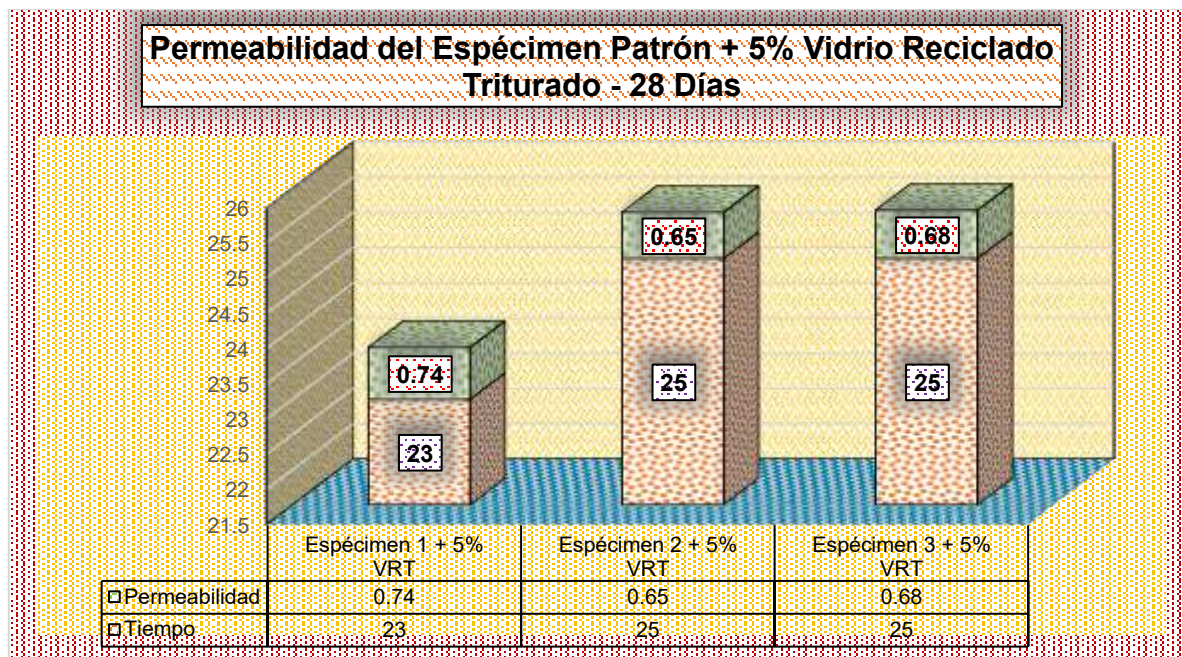
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 28 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 5% VRT	28	175	23	0.74
Espécimen 2 + 5% VRT	28	175	25	0.65
Espécimen 3 + 5% VRT	28	175	25	0.68
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.69</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.69 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

**Figura 63**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 5% VRT – 28 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.69 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

♥ **Espécimen Patrón + 10% VRT - 7 Días**

**Tabla 61**

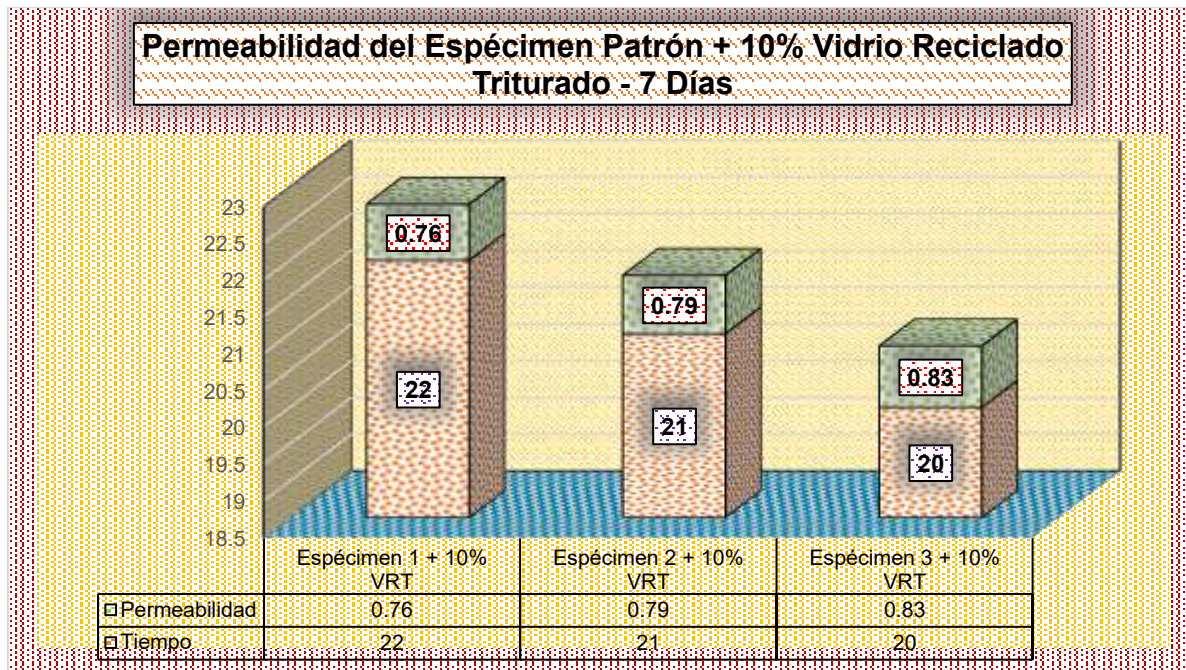
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 7 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 10% VRT	7	175	22	0.76
Espécimen 2 + 10% VRT	7	175	21	0.79
Espécimen 3 + 10% VRT	7	175	20	0.83
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.79</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.79 cm/seg promedio, en la primera semana.

**Figura 64**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 7 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.79 cm/seg promedio, en la primera semana.

♥ **Espécimen Patrón + 10% VRT - 14 Días**

**Tabla 62**

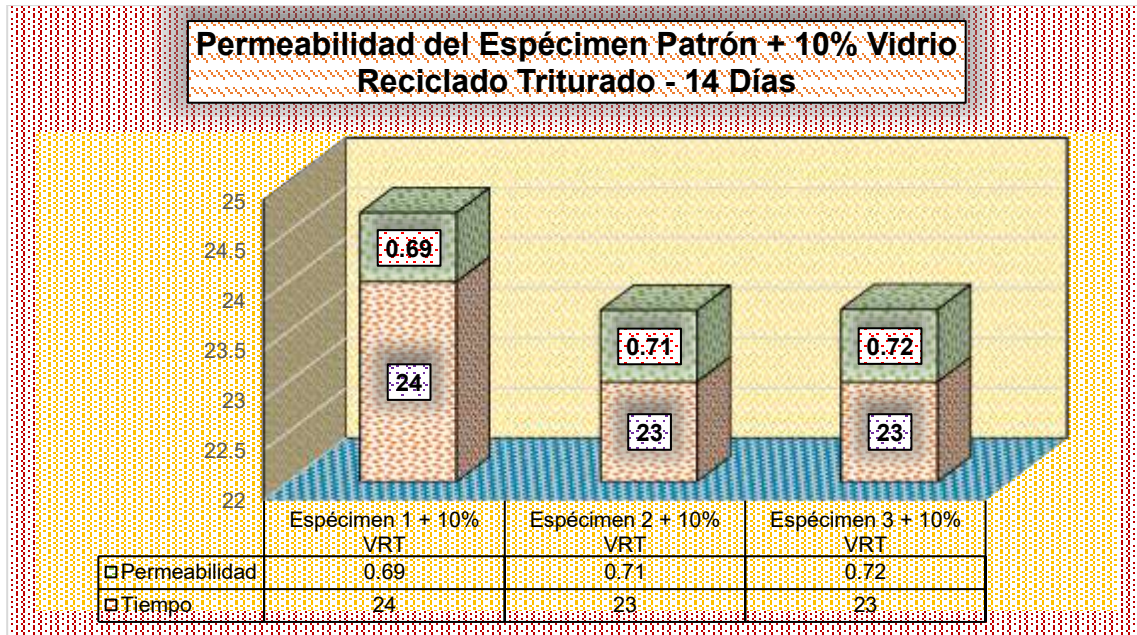
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 14 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 10% VRT	14	175	24	0.69
Espécimen 2 + 10% VRT	14	175	23	0.71
Espécimen 3 + 10% VRT	14	175	23	0.72
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.71</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.71 cm/seg promedio, en la segunda semana.

**Figura 65**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 14 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.71 cm/seg promedio, en la segunda semana.

♥ **Espécimen Patrón + 10% VRT - 28 Días**

**Tabla 63**

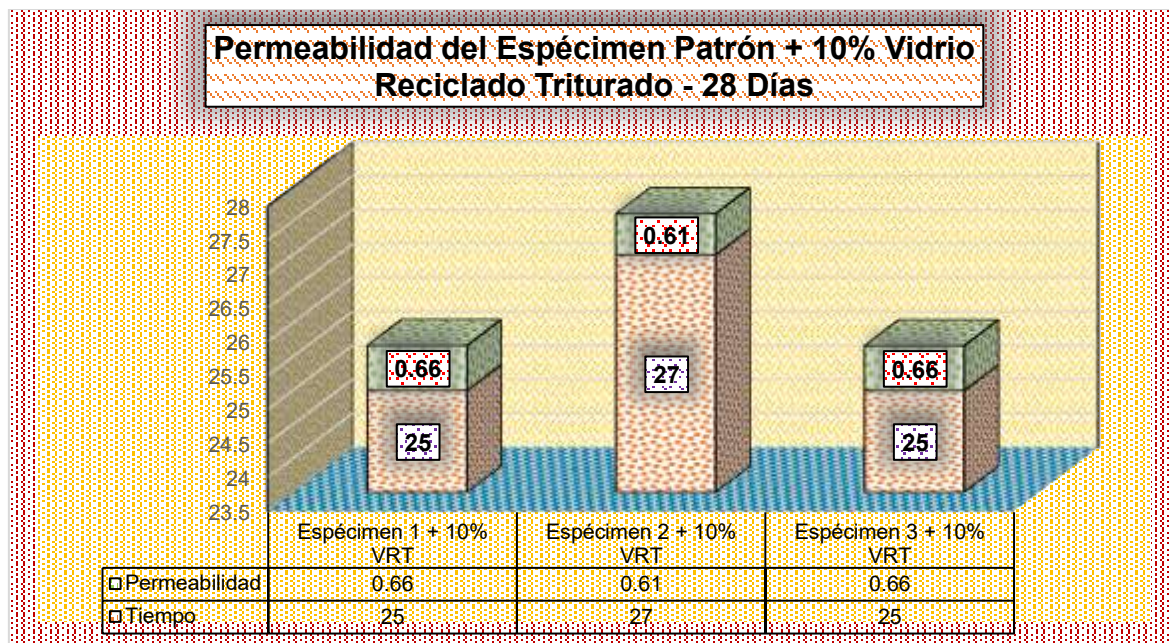
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 28 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 10% VRT	28	175	25	0.66
Espécimen 2 + 10% VRT	28	175	27	0.61
Espécimen 3 + 10% VRT	28	175	25	0.66
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.64</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.64 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

**Figura 66**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 10% VRT – 28 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.64 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

**- Espécimen Patrón + 15% VRT - 7 Días**

**Tabla 64**

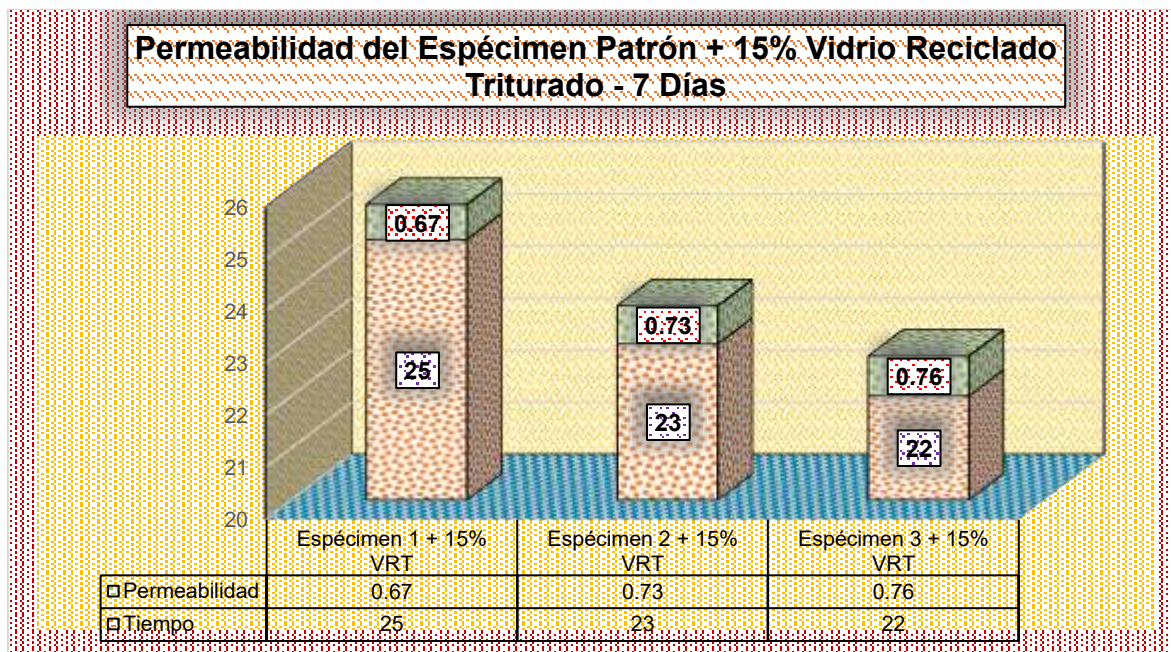
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 7 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 15% VRT	7	175	25	0.67
Espécimen 2 + 15% VRT	7	175	23	0.73
Espécimen 3 + 15% VRT	7	175	22	0.76
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.72</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.72 cm/seg promedio, en la primera semana.

**Figura 67**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 7 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.72 cm/seg promedio, en la primera semana.

- **Espécimen Patrón + 15% VRT - 14 Días**

**Tabla 65**

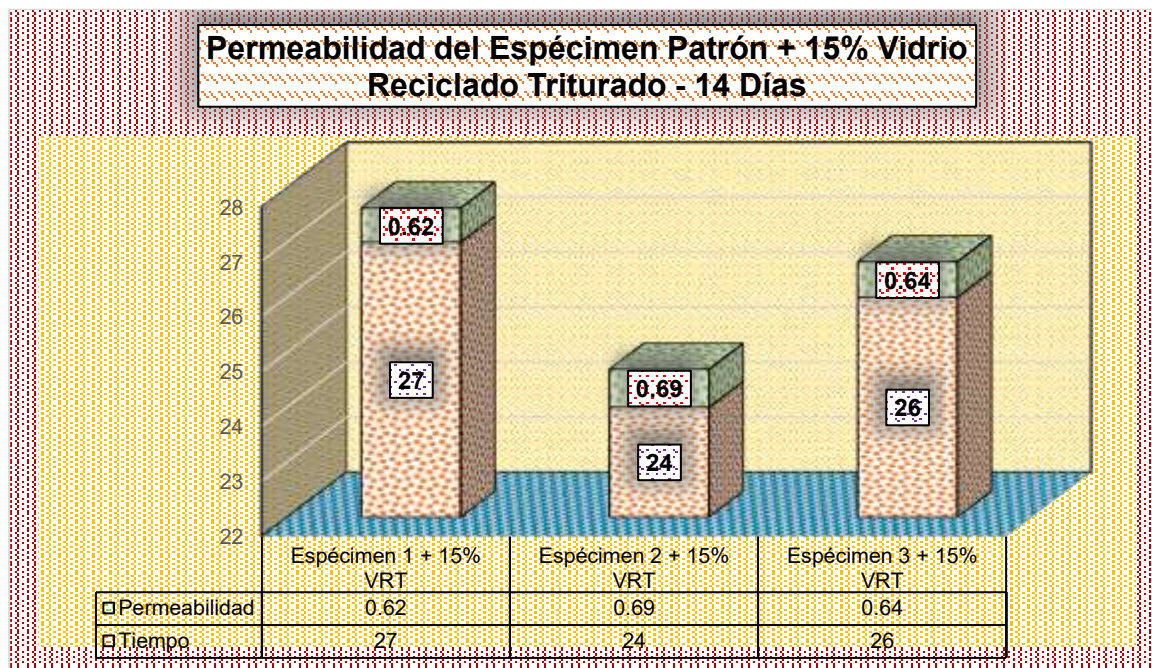
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 14 Días*

Descripción	Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 15% VRT	14	175	27	0.62
Espécimen 2 + 15% VRT	14	175	24	0.69
Espécimen 3 + 15% VRT	14	175	26	0.64
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.65</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.65 cm/seg promedio, en la segunda semana.

**Figura 68**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 14 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.65 cm/seg promedio, en la segunda semana.

- **Espécimen Patrón + 15% VRT - 28 Días**

**Tabla 66**

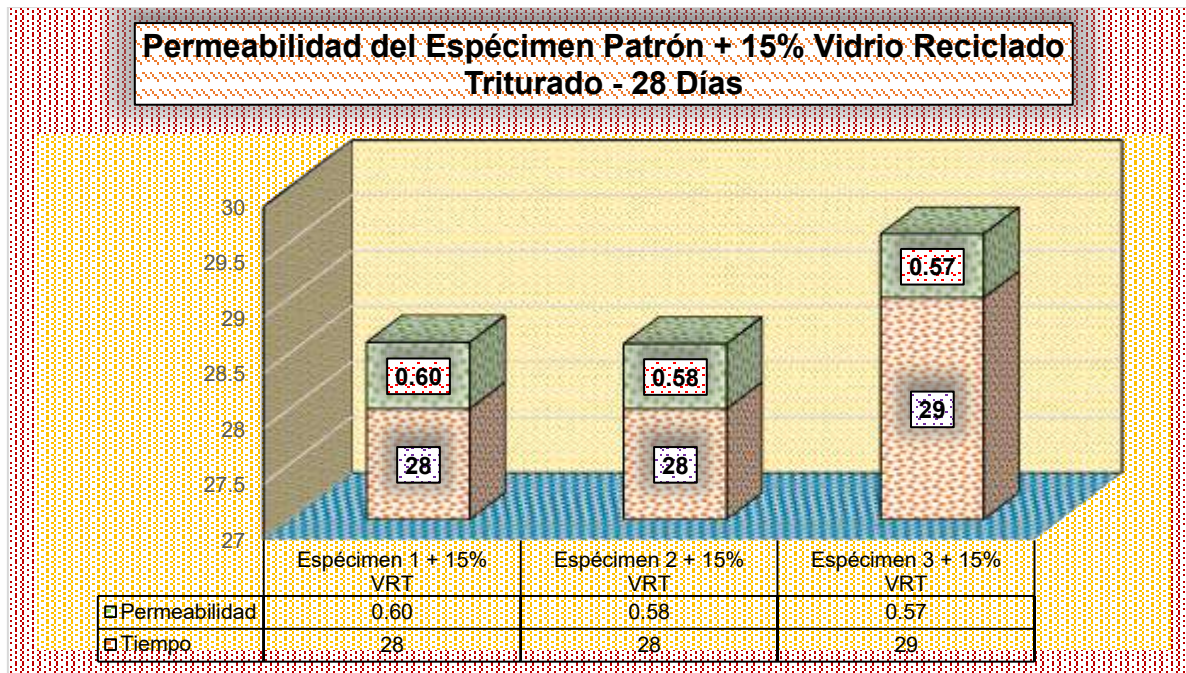
*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 28 Días*

Descripción	Días	F°C (kg/cm2)	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)
Espécimen 1 + 15% VRT	28	175	28	0.60
Espécimen 2 + 15% VRT	28	175	28	0.58
Espécimen 3 + 15% VRT	28	175	29	0.57
<b>Promedio de Permeabilidad</b>				<b>0.58</b>

El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.58 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

**Figura 69**

*Permeabilidad - Espécimen patrón + 15% VRT – 28 Días*



El desenlace hallado muestra la permeabilidad del espécimen se tuvo 0.58 cm/seg promedio, en la cuarta semana.

### Comparativo de los resultados sobre la permeabilidad

**Tabla 67**

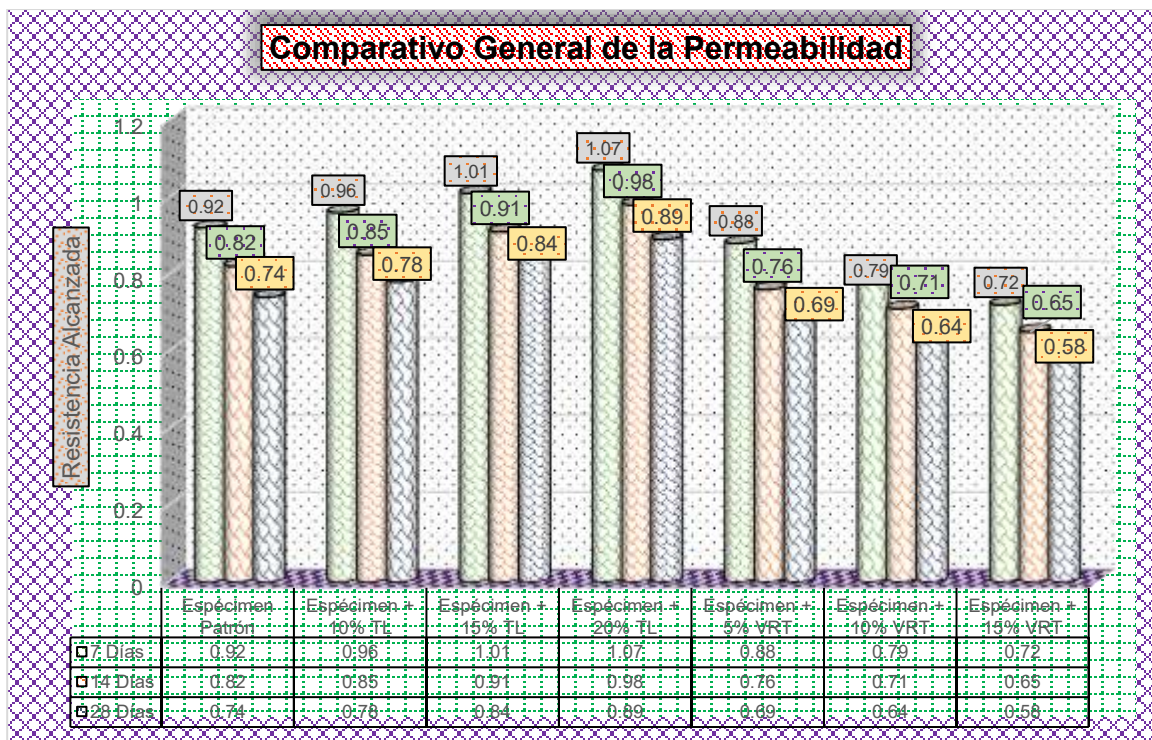
*Comparativo de los resultados sobre la permeabilidad*

Comparativo General - Permeabilidad (cm/seg)			
Descripción	7 días	14 días	28 días
Espécimen Patrón	0.92	0.82	0.74
Espécimen + 10% TL	0.96	0.85	0.78
Espécimen + 15% TL	1.01	0.91	0.84
Espécimen + 20% TL	1.07	0.98	0.89
Espécimen + 5% VRT	0.88	0.76	0.69
Espécimen + 10% VRT	0.79	0.71	0.64
Espécimen + 15% VRT	0.72	0.65	0.58

Los resultados muestran todos los resultados obtenidos con las incorporaciones de tiras de lata y vidrio reciclado triturado en diferentes proporciones sobre la permeabilidad.

**Figura 70**

*Comparativo de los resultados sobre la permeabilidad*



Los resultados muestran todos los resultados obtenidos con las incorporaciones de tiras de lata y vidrio reciclado triturado en diferentes proporciones sobre la permeabilidad.

#### 4.2 Discusión de resultados

Después de recopilar los hallazgos de acuerdo con los objetivos planteados, los datos se compararon con investigaciones previas. Una investigación sobre concreto permeable con una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup> reveló que la muestra estándar tenía una caída promedio de 3,32 pulgadas. Esto se descubrió durante la investigación. Las caídas promedio en las combinaciones que contenían 10%, 15% y 20% de tiras de estaño fueron 2,88, 2,50 y 2,21 pulgadas, respectivamente. Estos valores no fueron significativamente diferentes entre sí. Por otro lado, los hallazgos fueron 3,06, 2,82 y 2,76 pulgadas cuando se utilizó vidrio reciclado triturado en un porcentaje de 5%, 10% y 15% respectivamente. Los resultados que se muestran aquí son consistentes con los descubiertos por Huayllani (2022), quien demostró que la incorporación de fibra de estaño reciclada tiene un efecto

perjudicial en la trabajabilidad del concreto. En concreto, el asentamiento del hormigón disminuye de 79 milímetros a 33 milímetros al incluir un 4 % de fibra. Por otro lado, los valores obtenidos se mantuvieron dentro de los límites permitidos por las normas que rigen el diseño de pavimentos y losas.

En cuanto a la resistencia a la compresión, los valores obtenidos para la probeta estándar a los 7, 14 y 28 días fueron de 122,22, 145,57 y 182,42 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Al añadir 10%, 15% y 20% de tiras de estaño, los resultados aumentaron gradualmente a 129,91, 153,74 y 201,00 kg/cm<sup>2</sup>, 144,13, 161,38 y 212,65 kg/cm<sup>2</sup>, y 161,16, 178,97 y 222,97 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos resultados se lograron aumentando gradualmente la cantidad de tiras de estaño. Las resistencias del vidrio reciclado triturado fueron las siguientes: 138,64, 161,03 y 197,51 kg/cm<sup>2</sup> con una concentración del 5%, 154,75, 178,91 y 219,65 kg/cm<sup>2</sup> con una concentración del 10%, y 144,65, 168,84 y 210,13 kg/cm<sup>2</sup> con una concentración del 15%. Huayllani (2022) encontró que la adición de fibra de estaño reciclada al concreto condujo a un aumento en la resistencia a la compresión del concreto. Obtuvieron un aumento del 15,44% al incorporar un 4% de la fibra de estaño reciclada, lo que elevó la resistencia a 323,9 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual es suficiente para soportar tráfico pesado según el manual de carreteras. Estos resultados se comparan favorablemente con los de Huayllani (2022). En la misma línea, los hallazgos de Coronado y Maguiña (2019) demostraron que la adición de fibra de vidrio reciclada resultó en un aumento de la resistencia a la compresión. Además, los resultados mostraron una mejora constante a los 7, 14 y 28 días.

En conclusión, en cuanto a la permeabilidad, la probeta estándar alcanzó valores de 0,92, 0,82 y 0,74 cm/s a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. La permeabilidad aumentó a 0,96, 0,85, 0,78 cm/s, 1,01, 0,91, 0,84 cm/s, y 1,07, 0,98 y 0,89 cm/s, respectivamente, con la adición de tiras de estaño al 10 %, 15 % y 20 %. Estas mediciones se tomaron después de la adición de las tiras. En el caso del vidrio reciclado roto, los valores fueron los siguientes: 0,88, 0,76, 0,69 cm/s para el 5%, 0,79, 0,71, 0,64 cm/s para el 10% y 0,72, 0,65, 0,58 cm/s para el 15%. Al comparar estos hallazgos con los de Huayllani (2022), se



descubrió que la incorporación de fibra de hojalata reciclada resultó en un aumento de la permeabilidad del hormigón del 9,79% y el 14,87% con la adición del 2% y el 4% de fibra, respectivamente. Además, la adición de fibra de hojalata reciclada resultó en un aumento de la profundidad de penetración del 9,8% y el 21,57% para las mismas proporciones de fibra. Estos resultados demuestran una mejora general de la permeabilidad del hormigón, así como de su capacidad para permitir la penetración del agua. Esta es una cualidad esencial para aplicaciones en sistemas de pavimento permeable y la gestión sostenible de aguas pluviales.

## CONCLUSIONES

**General**, el impacto de la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado mejora las propiedades de un concreto poroso, ya que mantiene la trabajabilidad del concreto en estado fresco, incrementa sustancialmente la resistencia a la compresión y mejora la permeabilidad de concreto, lo que indica que ambos materiales son ideales para la elaboración de concretos porosos ya que aporta de manera positiva a sus propiedades.

**Primera**, el espécimen patrón tiene un valor de 0.52 pulg y con la incorporación de tiras de lata en 10%, 15% y 20% se tiene los valores de 0.44, 0.37 y 0.27 pulg. respectivamente, con una variación negativa del asentamiento de 15%, 29% y 48%; por otra parte, con la incorporación de vidrio reciclado triturado en 5%, 10% y 15% se tiene los valores de 0.48, 0.42 y 0.36 pulg., con una variación negativa del asentamiento de 8%, 19% y 31% en base al espécimen patrón.

**Segunda**, el espécimen patrón tiene un valor de (122.22, 145.57 y 182.42) kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días y con la incorporación de (10%, 15% y 20%) de tiras de lata tiene un valor de (201.00, 212.65 y 222.97) kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días con una variación de (10.19%, 16.57% y 22.23%) y con la incorporación de (5%, 10% y 15%) de vidrio reciclado triturado tiene un valor de (197.51, 219.65 y 210.13) kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días con una variación de (8.27%, 20.41% y 15.19%).

**Tercera**, el espécimen patrón tiene un valor de (0.92, 0.82 y 0.74) cm/seg a los 7, 14 y 28 días y con la incorporación de (10%, 15% y 20%) de tiras de lata tiene un valor de (0.78, 0.84 y 0.89) cm/seg a los 28 días con una variación de (5.41%, 13.51% y 20.27%) y con la incorporación de (5%, 10% y 15%) de vidrio reciclado triturado tiene un valor de (0.69, 0.64 y 0.58) cm/seg a los 28 días con una variación de (-6.76%, -13.51% y -21.62%).



## RECOMENDACIONES

**Primera,** se recomienda la combinación de porcentajes óptimos de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado para su incorporación como un único material de mejora de las propiedades de un concreto poroso, con la finalidad de conocer si ambos actúan mejor combinados o de manera independiente.

**Segunda,** en base a los datos obtenidos sobre el asentamiento se recomienda agregar aditivos plastificantes de clase A (reductores de agua) para así aumentar el slump sin modificar el contenido de agua.

**Tercera,** se recomienda a los nuevos investigadores que deben realizar más investigaciones con distintos porcentajes de incorporaciones de tiras de lata y vidrio reciclados en el concreto permeable en la resistencia a la compresión para así tener resultados más favorables con óptimos porcentajes.

**Cuarta,** Considere usar piedras trituradas de menos de 1,27 cm (1/2") al diseñar hormigón permeable. Esto le permitirá estudiar el comportamiento de las piedras en términos de resistencia a la compresión y permeabilidad del hormigón.

## REFERENCIAS

- Aponte, B. L., & Rojas, A. J. (2021). *Evaluación Teórica, Aplicaciones Y Proceso Constructivo Del Concreto Permeable Para Ser Implementado Como Capa De Rodadura En Una Vía*. Bogotá-Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto De Investigación. Introducción A La Metodología Científica*. Caracas: Episteme.
- Borja.S. (2012). *Metodologia De Investigacion Cientifica Para Ingenieria Civil*.
- Cegara, S. J. (2019). *Los Métodos De Investigación*. España.
- Cervantes, C. A. (2020). *Estudio De Factibilidad Del Concreto Permeable Y Su Posible Aplicación En La Ciudad De Barranquilla, Colombia*. Barranquilla-Colombia: Universidad De La Costa.
- Condori, M. M. (2023). *Evaluación De Los Efectos Sobre La Propiedad Hidráulica Y Mecánica De Un Concreto Permeable Mediante El Empleo De Fibras De Vidrio Y Aditivo Acelerante De Fragua En La Ciudad De Juliaca*. Juliaca-Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Coronado, M. J., & Maguiña, R. Á. (2019). *Efecto De La Fibra De Vidrio En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Permeable Para Su Empleo En El Jr. Huascarán, Huaraz - 2019*. Huaraz-Perú: Universidad César Vallejo.
- Coronado, M. J., & Maguiña, R. Á. (2019). *Efecto De La Fibra De Vidrio En Las Propiedades Físico-Mecánicas Del Concreto Permeable Para Su Empleo En El Jr. Huascarán, Huaraz – 2019*. Huaraz-Perú: Universidad César Vallejo.
- Duque, H. S. (2021). *Desempeño De Un Concreto Permeable Elaborado Con Agregados Reciclados Para Aplicación En Senderos De Tráfico Liviano*. Colombia: Universidad Eia.
- Garcia. (2004). *Metodologia De La Investigacion*.
- Hernandez & Baptista. (2014). *Metodologia De La Investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.



- Huayllani, R. A. (2022). Influencia De Las Fibras De Hojalata Reciclada En Las Propiedades Del Pavimento Rígido De  $F'C=280\text{kg/Cm}^2$ , Cusco - 2022. Lima-Perú: Universidad César Vallejo.*
- Huayllani, R. A. (2022). Influencia De Las Fibras De Hojalata Reciclada En Las Propiedades Del Pavimento Rígido  $F'c=280\text{kg/Cm}^2$ , Cusco - 2022. Lima-Perú: Universidad César Vallejo.*
- Mamani, E. H., & Valera, C. I. (2022). Influencia De La Adición De Fibras De Vidrio En Las Propiedades Mecánicas E Hidráulicas Del Concreto Permeable  $F'C=175\text{ Kg/Cm}^2$  Empleado Para Pavimentos En La Ciudad De Juliaca. Puno-Perú: Universidad Nacional Del Altiplano.*
- Pereyra, V. F. (2023). Evaluación De Un Concreto Permeable Adicionando Diferentes Porcentajes De Puzolana De Vidrio Reciclado Para Su Aplicación En Veredas Y Ciclovías En El Distrito De Reque-Chiclayo 2021. Chiclayo-Perú: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo.*
- Quispe, S. I., & Ticona, C. E. (2017). Influencia De La Incorporación De Fibras De Polipropileno En Concreto Permeable  $F'C=210\text{ Kg/Cm}^2$ . Juliaca-Perú: Universidad Peruana Unión.*



**ANEXOS**



### Anexo 1. Matriz de Consistencia

Título de tesis: <b>IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024</b>				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuál es impacto de la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre las propiedades de un concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Analizar el impacto de la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre las propiedades de un concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El impacto de la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado mejorará las propiedades de un concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO</p> <p><b>Dimensiones:</b>  <i>Dosificación de tiras de lata reciclado en 10%, 15% y 20%</i>  <i>Dosificación de vidrio reciclado triturado en 5%, 10% y 15%</i></p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO</p> <p><b>Dimensiones:</b>  <i>Asentamiento</i>  <i>Resistencia a la compresión</i>  <i>Permeabilidad</i></p>	<p>Fichas de diseño de mezclas</p> <p>Equipos y herramientas de laboratorio</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
<p>¿Cuál es la variación de la propiedad de asentamiento en estado fresco con la incorporación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024?</p> <p>¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión en estado endurecido con la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024?</p> <p>¿Cuál es la variación de la permeabilidad en estado endurecido con la aplicación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024?</p>	<p>Determinar la variación de la propiedad de asentamiento en estado fresco con la incorporación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.</p> <p>Determinar la variación de la resistencia a la compresión en estado endurecido con la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.</p> <p>Determinar la variación de la permeabilidad en estado endurecido con la aplicación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.</p>	<p>La variación de la propiedad de asentamiento en estado fresco será mínima con la incorporación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.</p> <p>La variación de la resistencia a la compresión en estado endurecido será buena ya que se incrementará con la adición de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.</p> <p>La variación de la permeabilidad en estado endurecido será irregular puesto que variará con la aplicación de tiras de lata reciclada y vidrio reciclado triturado sobre el diseño de concreto poroso para accesos peatonales en el distrito de San Miguel 2024.</p>		

## Anexo 2. Panel fotográfico

### Fotografía 1. Tamizado de materiales



### Fotografía 2. Ensayo propiedades físicas del material



**Fotografía 3.** Ensayo de Peso unitario suelto y compactado



**Fotografía 4.** Moldeado de briqueta de concreto



**Fotografía 5. Moldeado de briqueta de concreto**



**Fotografía 6. Rotura de briqueta para medir la resistencia**



**Fotografía 7.** Toma de registro de la probeta de concreto





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



**PROYECTO** : IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024  
**SOLICITANTE** : Bach. RUFINO ACEITUNO HUMPIRI  
**CANTERA** : UNOCOLLA  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 26 DE AGOSTO DEL 2024

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0,00	0,00	100,00	A	-Peso de muestra secada al horno = 481,89
N° 4	0,00	0,00	0,00	100,00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500,00
N° 8	125,36	25,07	25,07	74,93	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1331,41
N° 16	82,36	16,47	41,54	58,46	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1629,75
N° 30	100,29	20,06	61,60	38,40	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	119,32	23,86	85,47	14,53	Wc+B =	$\frac{1629,75}{1629,75} = 1,000$
N° 100	42,55	8,51	93,98	6,02	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500,00}{1629,75 - 1331,41} = 2,48 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	22,39	4,48	98,45	1,55	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	7,73	1,55	100,00	0,00	B =	$\frac{500,00}{1629,75} = 30,73\%$
SUMA	500,00	100,00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 3,76\%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MODULO DE FINEZA			3,08			

#### AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0,00	0,00	100,00	A	-Peso de muestra secada al horno = 780,25
1 1/2"	0	0,00	0,00	100,00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800,00
1"	0	0,00	0,00	100,00	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1331,41
3/4"	0	0,00	0,00	100,00	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1799,95
1/2"	0	0,00	0,00	100,00	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	1272	38,34	36,34	63,66	Wc+B =	$\frac{1799,95}{1799,95} = 1,000$
1/4"	0	0,00			Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800,00}{1799,95 - 1331,41} = 2,41 \text{ gr/cm}^3$
N° 4	2227	63,63	99,97	0,03	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	1,00	0,03	100,00	0,00	B =	$\frac{800,00}{1799,95} = 44,45\%$
SUMA	3500,00	100,00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2,53\%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Romaldo Yana Torres  
C.I.P. 103257



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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

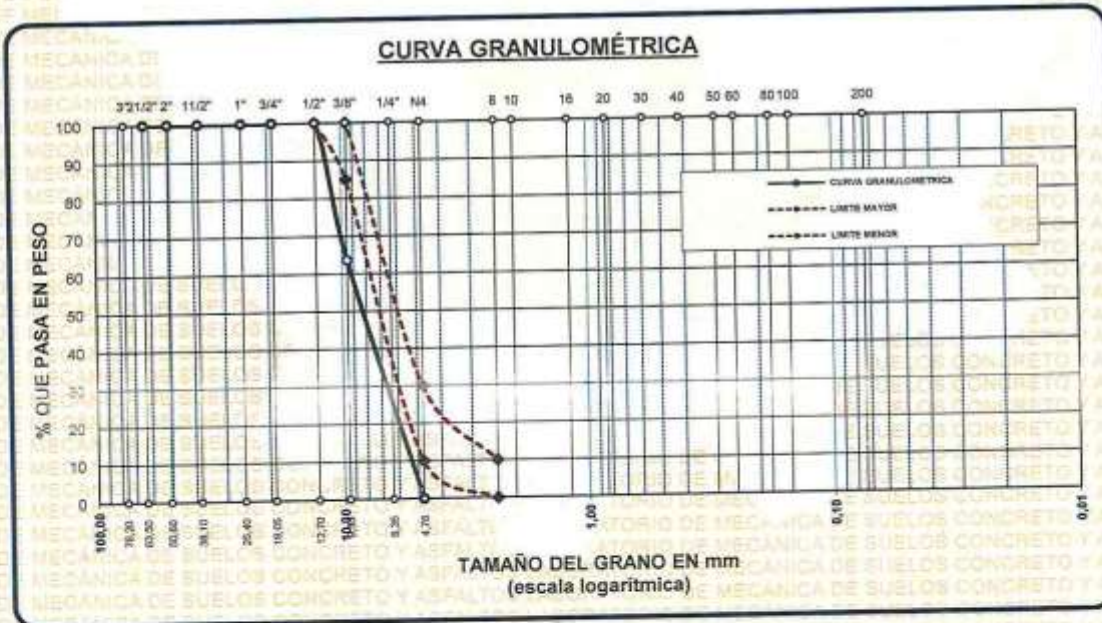
**SOLICITANTE** : Bach. RUFINO ACEITUNO HUMPURI

**CANTERA** : UNDCOLLA

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

**FECHA** : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIE.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00	100%T 85 - 100 % 10 - 30 %	Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/8"  OBSERVACIONES:
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,050	0,00	0,00	0,00	100,00		
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,525	1272,00	36,34	36,34	63,66		
1/4"	6,350	2227,00	63,63	99,97	0,03		
No#4	4,760	2227,00	63,63	99,97	0,03		
BASE		1,00	0,20	100,2	-0,2		
TOTAL		3500,00	100,00				
% PERDIDA		0,03					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
C.P. 103257



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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

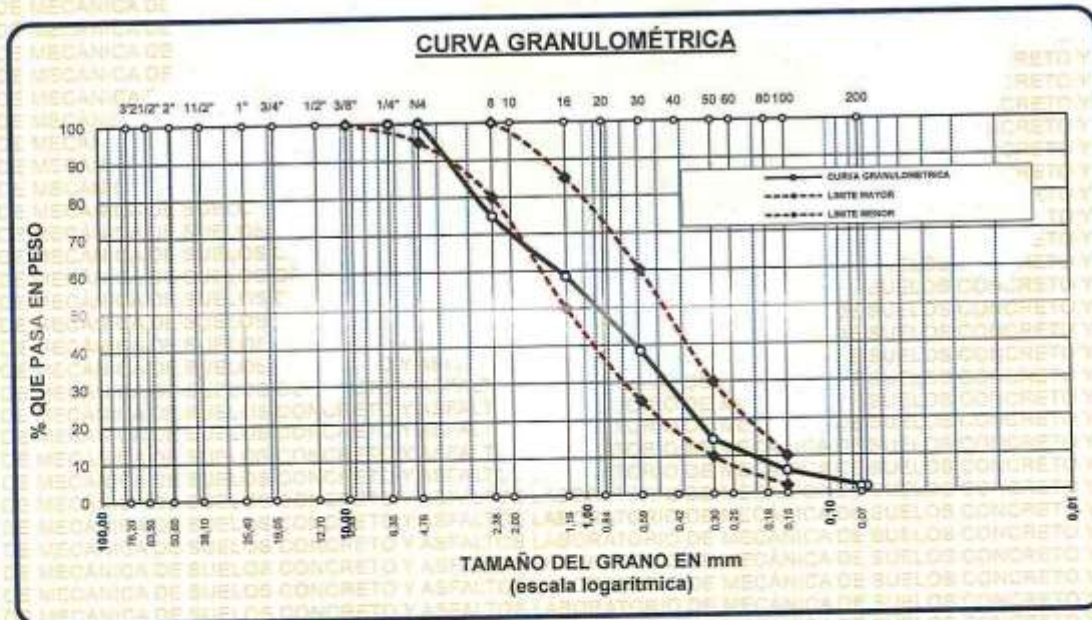
**SOLICITANTE** : Bach. RUFINO ACEITUNO HUMPIRI

**CANTERA** : UNOCOLLA

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

**FECHA** : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00	100,00	95 - 100 %	
No4	4,760	0,00	0,00	0,00	100,00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 3,08
No8	2,380	125,36	25,07	25,07	74,93		OBSERVACIONES:
No10	2,000						
No16	1,190	82,36	16,47	41,54	58,46	50 - 85 %	
No20	0,840					25 - 60 %	
No30	0,590	100,29	20,06	61,60	38,40		
No40	0,420					10 - 30 %	
No 50	0,300	119,32	23,86	85,47	14,53		
No60	0,250					2-10%	
No80	0,180						
No100	0,149	42,55	8,51	93,98	6,02		
No200	0,074	22,39	4,48	98,45	1,55		
BASE		7,73	1,55	100	0,00		
TOTAL		500,00	100,00				
% PERDIDA							



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - EP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres  
C.P. 103257



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



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** : IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

**SOLICITANTE** : Bach. RUFINO ACEITUNO HUMPIRI

**CANTERA** : UNOCOLLA

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

**FECHA** : 26 DE AGOSTO DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	412,20
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	390,75
PESO DEL TARRO (gr.)	38,55
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	373,65
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	352,20
PESO DEL AGUA (gr.)	21,45
% HUMEDAD	6,09

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	375,53
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	366,02
PESO DEL TARRO (gr.)	31,15
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	344,38
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	334,87
PESO DEL AGUA (gr.)	9,51
% HUMEDAD	2,84

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
*Armando Yana Torres*  
CIF. 103257



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

**SOLICITANTE** : Bach. RUFINO ACEITUNO HUMPIRI

**CANTERA** : UNOCOLLA

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

**FECHA** : 26 DE AGOSTO DEL 2024

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	1597 gr	1597 gr	1597 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2722 cm <sup>3</sup>	2722 cm <sup>3</sup>	2722 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	5985,00 gr	5995,00 gr	5985,00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4388,00 gr	4398,00 gr	4388,00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1,612 gr/cm <sup>3</sup>	1,616 gr/cm <sup>3</sup>	1,612 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1,613 gr/cm <sup>3</sup>		

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	1597 gr	1597 gr	1597 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2722 cm <sup>3</sup>	2722 cm <sup>3</sup>	2722 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	6335,00 gr	6345,00 gr	6355,00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4738,00 gr	4748,00 gr	4758,00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1,741 gr/cm <sup>3</sup>	1,744 gr/cm <sup>3</sup>	1,748 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1,744 gr/cm <sup>3</sup>		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP: 103257



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

**SOLICITANTE** : Bach. RUFINO ACEITUNO HUMPIRI

**CANTERA** : UNOCOLLA

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

**FECHA** : 26 DE AGOSTO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	1860 gr	1860 gr	1860 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3524 cm <sup>3</sup>	3524 cm <sup>3</sup>	3524 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	7160,00 gr	7175,00 gr	7165,00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	5300,00 gr	5315,00 gr	5305,00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1,504 gr/cm <sup>3</sup>	1,508 gr/cm <sup>3</sup>	1,505 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1,506 gr/cm <sup>3</sup>		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	1860 gr	1860 gr	1860 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3524 cm <sup>3</sup>	3524 cm <sup>3</sup>	3524 cm <sup>3</sup>
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	7690,00 gr	7690,00 gr	7700,00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5830,00 gr	5830,00 gr	5840,00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1,654 gr/cm <sup>3</sup>	1,654 gr/cm <sup>3</sup>	1,657 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1,655 gr/cm <sup>3</sup>		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
C.P. 103257



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



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

**PROYECTO** : IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024  
**SOLICITANTE** : Bach. RUFINO ACEITUNO HUMPIRI  
**CANERA** : UNOCOLLA  
**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 26 DE AGOSTO DEL 2024

#### PROCESO DE DISEÑO:

**NORMAS:** ACI-R522r-10

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión  $F'c = 175 \text{ Kg./cm.}^2$  a los 28 días  
entonces la resistencia promedio  $F'cr = 245 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 0"

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI PORTLAND TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 3/8" (9,53mm)

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

#### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		2,48
P.e SSS	2,41	2,48
P.e Bulk		1744
P.U. Varillado	1655	1613
P.U. Suelto	1508	3,76
% de Absorción	2,53	6,09
% de Humedad Natural	2,84	3,08
Modulo de Fineza	-	

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- La relación agua cemento se obtiene de las tablas proporcionadas por el ACI 522: **0,30**
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un DMN: **3/8" (9,53mm)**
- Contenido de vacíos: USO N° 8  $C_v = 19 \%$
- Determinación de volumen de pasta: **= 0,28** Ligeramente compactado
- Cálculo de volúmenes

$$\text{Vol. A. Grueso (Vag)} = 1 - (V_p + C_v)$$

$$\text{Vol. A. Grueso (Vag)} = 0,53$$



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres  
CIP: 103257



A. grueso	=	1381,34	kg
6. Cantidad de cemento			
Cemento	=	314,28	kg
Volumen de cemento	=	0,3143	m <sup>3</sup>
Cont. de Agua	=	69,86	kg
Vol. de Agua	=	0,0699	m <sup>3</sup>
Volumen total de sólidos	=	0,3841	m <sup>3</sup>

### 7. Considerando un Porcentaje de Finos

Porcentaje de Finos:	5 %		
Vol. A. Grueso (Vag)	=	1,381	Vol. A. Grueso (Vag): = 1,3813
A grueso	=	1381,34	kg
			A. fino = 116,11 kg

Confirmar porcentajes de vacíos

19 % OK

### 8. Corrección por absorción, humedad y aportes

Aporte A. Grueso	1381	*	0,029	=	40,06
Aporte A. Fino	116,1	*	0,056	=	6,50
Total Aportes				=	46,561
Agua Efectiva					98,697 lt/m <sup>3</sup>

Valores de diseño corregidos por humedad:

A Grueso Húmedo	1381	*	1,048	=	1447,644	kg/m <sup>3</sup>
A Grueso Fino	116,1	*	1,021	=	118,548	kg/cm <sup>3</sup>

### DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	314,280	1,000	314,280
Agua	69,860	0,222	98,697
Agreg. Grueso	1381,340	4,395	1447,644
Agreg. Fino	116,110	0,369	118,548
Aire	19,0 %		19,0 %

7,39 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO

### OBSERVACIONES

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


 UNIVERSIDAD ANDINA JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI  
 FICP - CARRERAS DE INGENIERÍA CIVIL  
 Mgtr. *Arnaldo Yana Torres*  
 C.P. 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024  
**SOLICITANTE:** BACH. RUFINO ACEITUNO HUMPIRI  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** AGOSTO - SEPTIEMBRE DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Espécimen 1	21384	14,98	176,48	121,06	175	28/08/2024	04/09/2024	7	69,18
2	Espécimen 2	21065	15,02	177,19	116,89	175	28/08/2024	04/09/2024	7	67,94
3	Espécimen 3	21586	15,00	176,71	122,15	175	28/08/2024	04/09/2024	7	69,60
4	Espécimen 4	22031	14,98	176,24	125,00	175	28/08/2024	04/09/2024	7	71,43
5	Espécimen 5	21854	14,98	176,24	124,00	175	28/08/2024	04/09/2024	7	70,86
Promedio De Esf. Rotura					122,22					69,84

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Espécimen 1	25421	14,98	176,24	144,24	175	28/08/2024	11/09/2024	14	82,42
2	Espécimen 2	26001	15,02	177,19	146,74	175	28/08/2024	11/09/2024	14	83,85
3	Espécimen 3	25973	15,01	176,95	146,78	175	28/08/2024	11/09/2024	14	83,88
4	Espécimen 4	25746	14,98	176,24	146,08	175	28/08/2024	11/09/2024	14	83,48
5	Espécimen 5	25413	14,99	176,48	144,00	175	28/08/2024	11/09/2024	14	82,29
Promedio De Esf. Rotura					146,57					83,18

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Espécimen 1	32549	14,99	176,48	184,44	175	28/08/2024	25/09/2024	28	105,39
2	Espécimen 2	32126	15,01	176,95	181,55	175	28/08/2024	25/09/2024	28	103,75
3	Espécimen 3	32312	15,02	177,19	182,36	175	28/08/2024	25/09/2024	28	104,21
4	Espécimen 4	32001	14,99	176,48	181,33	175	28/08/2024	25/09/2024	28	103,62
5	Espécimen 5	32152	14,98	176,24	182,43	175	28/08/2024	25/09/2024	28	104,25
Promedio De Esf. Rotura					182,42					104,24

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"  
E.I.C.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
M.S.G.A.  
JEPATURA  
ALIANZA 2023

Mgr. Arnulfo Yana Torres  
C.I.P. 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

**SOLICITANTE:** BACH: RUFINO ACEITUNO HUMPIRI  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** AGOSTO - SEPTIEMBRE DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Especimen 1	21364	14,99	176,48	121,06	175	28/08/2024	04/09/2024	7	69,18
2	Especimen 2	21065	15,02	177,19	118,89	175	28/08/2024	04/09/2024	7	67,94
3	Especimen 3	21586	15,00	176,71	122,15	175	28/08/2024	04/09/2024	7	69,80
4	Especimen 4	22031	14,98	176,24	125,00	175	28/08/2024	04/09/2024	7	71,43
5	Especimen 5	21854	14,98	176,24	124,00	175	28/08/2024	04/09/2024	7	70,86
Promedio De Esf. Rotura					122,22					69,84

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Especimen 1	25421	14,98	176,24	144,24	175	28/08/2024	11/09/2024	14	82,42
2	Especimen 2	26001	15,02	177,19	146,74	175	28/08/2024	11/09/2024	14	83,85
3	Especimen 3	25973	15,01	176,95	146,78	175	28/08/2024	11/09/2024	14	83,68
4	Especimen 4	25746	14,98	176,24	146,08	175	28/08/2024	11/09/2024	14	83,48
5	Especimen 5	25413	14,99	176,48	144,00	175	28/08/2024	11/09/2024	14	82,29
Promedio De Esf. Rotura					145,67					83,18

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Especimen 1	32549	14,99	176,48	184,44	175	28/08/2024	25/09/2024	28	105,39
2	Especimen 2	32126	15,01	176,95	181,55	175	28/08/2024	25/09/2024	28	103,75
3	Especimen 3	32312	15,02	177,19	182,36	175	28/08/2024	25/09/2024	28	104,21
4	Especimen 4	32001	14,98	176,48	181,33	175	28/08/2024	25/09/2024	28	103,56
5	Especimen 5	32152	14,98	176,24	182,43	175	28/08/2024	25/09/2024	28	104,25
Promedio De Esf. Rotura					182,42					104,24

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
*Mgr. Armanda Yana Torres*  
CIP. 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 338.034

**TEMA** : IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

**SOLICITANTE** : BACH: RUFINO ACEITUNO HUMPIRI

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

**FECHA** : AGOSTO - SEPTIEMBRE DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 5% DE VIDRIO RECICLADO TRITURADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Especimen 1 + 5% VRT	24218	14,99	176,48	137,23	175	28/08/2024	04/09/2024	7	78,42
2	Especimen 2 + 5% VRT	24637	15,02	177,19	139,05	175	28/08/2024	04/09/2024	7	79,45
3	Especimen 3 + 5% VRT	24984	15,00	176,71	140,70	175	28/08/2024	04/09/2024	7	80,40
4	Especimen 4 + 5% VRT	24130	14,98	176,24	136,91	175	28/08/2024	04/09/2024	7	78,24
5	Especimen 5 + 5% VRT	24554	14,98	176,24	139,32	175	28/08/2024	04/09/2024	7	79,61
Promedio De Esf. Rotura					138,64					79,22

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Especimen 1 + 5% VRT	28136	14,98	176,24	159,64	175	28/08/2024	11/09/2024	14	91,22
2	Especimen 2 + 5% VRT	28443	15,02	177,19	160,53	175	28/08/2024	11/09/2024	14	91,73
3	Especimen 3 + 5% VRT	28561	15,01	176,95	161,41	175	28/08/2024	11/09/2024	14	92,23
4	Especimen 4 + 5% VRT	28751	14,98	176,24	163,13	175	28/08/2024	11/09/2024	14	93,22
5	Especimen 5 + 5% VRT	28319	14,99	176,48	160,47	175	28/08/2024	11/09/2024	14	91,70
Promedio De Esf. Rotura					161,03					92,02

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Especimen 1 + 5% VRT	34512	14,99	176,48	195,56	175	28/08/2024	25/09/2024	28	111,75
2	Especimen 2 + 5% VRT	34856	15,01	176,95	196,98	175	28/08/2024	25/09/2024	28	112,56
3	Especimen 3 + 5% VRT	35007	15,02	177,19	197,57	175	28/08/2024	25/09/2024	28	112,90
4	Especimen 4 + 5% VRT	35155	14,98	176,48	199,20	175	28/08/2024	25/09/2024	28	113,83
5	Especimen 5 + 5% VRT	34934	14,98	176,24	198,21	175	28/08/2024	25/09/2024	28	113,27
Promedio De Esf. Rotura					197,51					112,86

**©SERVACIONE:**  
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
E.I.C.P. - CAP/INGENIERÍA CIVIL  
*Metr. Arnoldo Yana Torres*  
C.I.P. 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA** : IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024  
**SOLICITANTE** : BACH. RUFINO ACEITUNO HUMPIRI  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** : AGOSTO - SETIEMBRE DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 10% DE TIRAS DE LATA RECICLADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Espécimen 1 + 10% TL	23005	14,99	176,48	130,36	175	28/08/2024	04/09/2024	7	74,49
2	Espécimen 2 + 10% TL	22946	15,02	177,19	129,50	175	28/08/2024	04/09/2024	7	74,00
3	Espécimen 3 + 10% TL	22743	15,00	176,71	128,70	175	28/08/2024	04/09/2024	7	73,54
4	Espécimen 4 + 10% TL	23154	14,98	176,24	131,37	175	28/08/2024	04/09/2024	7	75,07
5	Espécimen 5 + 10% TL	22847	14,98	176,24	129,63	175	28/08/2024	04/09/2024	7	74,08
Promedio De Esf. Rotura					129,91					74,24

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Espécimen 1 + 10% TL	26786	14,98	176,24	151,98	175	28/08/2024	11/09/2024	14	86,85
2	Espécimen 2 + 10% TL	27112	15,02	177,19	153,01	175	28/08/2024	11/09/2024	14	87,44
3	Espécimen 3 + 10% TL	27235	15,01	176,95	153,91	175	28/08/2024	11/09/2024	14	87,95
4	Espécimen 4 + 10% TL	27645	14,98	176,24	156,86	175	28/08/2024	11/09/2024	14	89,63
5	Espécimen 5 + 10% TL	26986	14,99	176,48	152,91	175	28/08/2024	11/09/2024	14	87,38
Promedio De Esf. Rotura					153,74					87,85

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	Espécimen 1 + 10% TL	35499	14,99	176,48	201,09	175	28/08/2024	25/09/2028	28	114,91
2	Espécimen 2 + 10% TL	35194	15,01	176,95	198,89	175	28/08/2024	25/09/2028	28	113,65
3	Espécimen 3 + 10% TL	36002	15,02	177,19	203,19	175	28/08/2024	25/09/2028	28	116,11
4	Espécimen 4 + 10% TL	35748	14,99	176,48	202,56	175	28/08/2024	25/09/2028	28	115,74
5	Espécimen 5 + 10% TL	35119	14,98	176,24	199,26	175	28/08/2024	25/09/2028	28	113,67
Promedio De Esf. Rotura					201,00					114,86

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C. JEFATURA  
JULIACA - PERÚ

Mgr. Arnaldo Yana Torres  
CIP/103257



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



PROYECTO: IMPACTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TITULADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE: BACHILLER RUFINO ACETUNO HUMPIRI  
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
FECHA: AGOSTO - SEPTIEMBRE DEL 2024

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	Espécimen 1	7	15,07	19,00	30,00	176,62	19,63	160,00	1,00	0,94	9,40
2	Espécimen 2	7	14,97	17,00	30,00	178,02	19,63	140,00	1,00	0,97	9,72
3	Espécimen 3	7	14,89	20,00	30,00	177,19	19,63	156,00	1,00	0,84	8,39
											9,17

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	Espécimen 1	14	14,93	20,00	30,00	176,62	19,63	160,00	1,00	0,85	8,46
2	Espécimen 2	14	14,85	19,00	30,00	178,02	19,63	142,00	1,00	0,86	8,63
3	Espécimen 3	14	14,91	22,00	30,00	177,19	19,63	153,00	1,00	0,76	7,60
										0,82	8,23

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	Espécimen 1	26	15,05	22,00	30,00	176,62	19,63	150,00	1,00	0,76	7,59
2	Espécimen 2	28	14,89	22,00	30,00	178,02	19,63	140,00	1,00	0,74	7,43
3	Espécimen 3	28	14,98	24,00	30,00	177,19	19,63	170,00	1,00	0,71	7,11
											7,38

  
 INGENIERO MANUEL CÉSAR TORRES  
 ICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Ing. Yanis Torres  
 C.P. 103257

  
 ALBERTO CÁCERES VELÁSQUEZ, V.C.  
 LABORATORIO  
 -M.S.C.A.  
 JEFATURA



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



PROYECTO: IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIRIBIRO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2024

SOLICITANTE: BACHILLER RUFFINO ACETUINO HUIMPI

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO UANCV

FECHA: AGOSTO - SEPTIEMBRE DEL 2024

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + TIRAS DE LATA RECICLADA AL 10%

Nº	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (A)	Área del cilindro de carga (a)	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	
										k	k
1	Espécimen 1 + 10% TL	7	15,07	17,00	30,00	176,62	19,63	160,00	1,00	1,00	9,95
2	Espécimen 2 + 10% TL	7	14,99	18,00	30,00	178,02	19,63	159,00	1,00	0,83	9,32
3	Espécimen 3 + 10% TL	7	15,02	18,00	30,00	177,19	19,63	162,00	1,00	0,94	9,39
										0,96	9,55

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (A)	Área del cilindro de carga (a)	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	
										k	k
1	Espécimen 1 + 10% TL	14	15,09	19,00	30,00	176,82	19,63	160,00	1,00	0,89	8,91
2	Espécimen 2 + 10% TL	14	15,02	19,00	30,00	178,02	19,63	142,00	1,00	0,86	8,63
3	Espécimen 3 + 10% TL	14	14,98	21,00	30,00	177,19	19,63	153,00	1,00	0,80	7,96
										0,85	8,50

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (A)	Área del cilindro de carga (a)	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	
										k	k
1	Espécimen 1 + 10% TL	28	15,05	21,00	30,00	176,62	19,63	150,00	1,00	0,80	7,95
2	Espécimen 2 + 10% TL	28	14,96	21,00	30,00	178,02	19,63	140,00	1,00	0,78	7,79
3	Espécimen 3 + 10% TL	28	14,98	22,00	30,00	177,19	19,63	170,00	1,00	0,78	7,76
										0,78	7,83

UNIVERSIDAD ANDINA "MESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP-CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.E.C.A. JEFATURA

Mgtr. Arando Ana Torres  
CIP: 003257



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

PROYECTO: IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE: BACHILLER RUFINO ACETILUINO HUMPIRI

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO UANCV

FECHA: AGOSTO - SEPTIEMBRE DEL 2024

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + TIRAS DE LATA RECICLADA AL 15%

N°	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra		Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	
			φ	t							k	k
1	Especímen 1 + 15% TL	7	15,07	16,00	30,00	176,62	19,63	160,00	1,00	1,06	10,58	10,58
2	Especímen 2 + 15% TL	7	14,97	17,00	30,00	178,02	19,63	148,00	1,00	0,97	8,72	8,72
3	Especímen 3 + 15% TL	7	14,99	17,00	30,00	177,19	19,63	152,00	1,00	0,99	9,87	9,87
											1,01	10,06

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra		Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	
			φ	t							k	k
1	Especímen 1 + 15% TL	14	14,89	18,00	30,00	176,62	19,63	148,00	1,00	0,93	9,26	9,26
2	Especímen 2 + 15% TL	14	14,85	19,00	30,00	178,02	19,63	145,00	1,00	0,87	8,66	8,66
3	Especímen 3 + 15% TL	14	14,92	18,00	30,00	177,19	19,63	152,00	1,00	0,93	9,28	9,28
											0,91	8,07

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra		Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	
			φ	t							k	k
1	Especímen 1 + 15% TL	28	14,93	19,00	30,00	176,62	19,63	142,00	1,00	0,87	8,70	8,70
2	Especímen 2 + 15% TL	28	14,99	20,00	30,00	178,02	19,63	145,00	1,00	0,82	8,23	8,23
3	Especímen 3 + 15% TL	28	14,95	20,00	30,00	177,19	19,63	148,00	1,00	0,83	8,30	8,30
											0,84	8,41

INVESTIGADOR RESPONSABLE  
M.C.A. JEFATUSA  
Mgtr. Yulio Torres  
CIP/103257



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

PROYECTO: IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE: BACHILLER RUFINO ACETUNO HUAMPURI

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

FECHA: AGOSTO - SEPTIEMBRE DEL 2024

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + TIRAS DE LATA RECICLADA AL 20%

N°	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra		Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)		Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			φ	L					A	a		
1	Espécimen 1 + 20% TL	7	15,00	30,00	15,00	30,00	176,62	19,63	150,00	1,00	1,12	11,23
2	Espécimen 2 + 20% TL	7	14,97	30,00	16,00	30,00	178,02	19,63	159,00	1,00	1,05	10,48
3	Espécimen 3 + 20% TL	7	15,03	30,00	16,00	30,00	177,19	19,63	158,00	1,00	1,05	10,52
											1,07	10,74

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra		Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)		Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			φ	L					A	a		
1	Espécimen 1 + 20% TL	14	14,86	30,00	16,00	30,00	176,62	19,63	150,00	1,00	1,04	10,44
2	Espécimen 2 + 20% TL	14	14,75	30,00	16,00	30,00	176,02	19,63	148,00	1,00	0,92	9,18
3	Espécimen 3 + 20% TL	14	14,95	30,00	17,00	30,00	177,19	19,63	149,00	1,00	0,99	9,78
											0,98	9,80

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra		Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)		Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			φ	L					A	a		
1	Espécimen 1 + 20% TL	28	14,86	30,00	18,00	30,00	176,62	19,63	150,00	1,00	0,93	9,28
2	Espécimen 2 + 20% TL	28	14,96	30,00	19,00	30,00	178,02	19,63	152,00	1,00	0,87	8,75
3	Espécimen 3 + 20% TL	28	14,92	30,00	19,00	30,00	177,19	19,63	146,00	1,00	0,87	8,72
											0,89	8,92

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
JEFATURA  
Ing. Freddy Torres  
CIP: 103257



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



PROYECTO: IMPACTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE: BACHELLER RUFINO ACOTUNO HUMPHRI  
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
FECHA: AGOSTO - SETIEMBRE DEL 2024

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + VIDRIO RECICLADO TRITURADO AL 5%

N°	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)		Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)	
										L	A	h1	h2
1	Espécimen 1 + 5% VRT	7	15,07	20,00	30,00	176,62	19,63	160,00	1,00	0,86	0,86	8,46	
2	Espécimen 1 + 5% VRT	7	14,98	18,00	30,00	178,02	19,63	152,00	1,00	0,92	0,92	9,23	
3	Espécimen 1 + 5% VRT	7	14,89	19,00	30,00	177,19	19,63	156,00	1,00	0,88	0,88	8,63	
										0,88	0,88	8,84	

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	φ	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)		Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)	
										L	A	h1	h2
1	Espécimen 1 + 5% VRT	14	14,93	22,00	30,00	176,62	19,63	160,00	1,00	0,77	0,77	7,69	
2	Espécimen 1 + 5% VRT	14	15,07	21,00	30,00	178,02	19,63	156,00	1,00	0,80	0,80	7,97	
3	Espécimen 1 + 5% VRT	14	14,86	23,00	30,00	177,19	19,63	153,00	1,00	0,73	0,73	7,27	
										0,76	0,76	7,65	

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	φ	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)		Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)	
										L	A	h1	h2
1	Espécimen 1 + 5% VRT	28	15,05	23,00	30,00	176,62	19,63	160,00	1,00	0,74	0,74	7,36	
2	Espécimen 1 + 5% VRT	28	15,02	25,00	30,00	178,02	19,63	140,00	1,00	0,65	0,65	6,54	
3	Espécimen 1 + 5% VRT	28	14,98	25,00	30,00	177,19	19,63	170,00	1,00	0,66	0,66	6,63	
										0,66	0,66	6,61	

INVESTIGADORA RUFINO CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. Arpélido Yuncu Torres  
CIP: 103257



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

PROYECTO: IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2024

SOLICITANTE: BACHILLER RUPINO ACETUÑO HUMAHINI

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO UANCV

FECHA: AGOSTO - SETIEMBRE DEL 2024

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + VIDRIO RECICLADO TRITURADO AL 10%

Nº	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg) k	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg) k
1	Especímen 1 + 10% VRT	7	14,92	22,00	30,00	176,62	19,63	148,00	1,00	0,76	7,57
2	Especímen 1 + 10% VRT	7	14,97	21,00	30,00	178,02	19,63	152,00	1,00	0,78	7,91
3	Especímen 1 + 10% VRT	7	14,89	20,00	30,00	177,19	19,63	150,00	1,00	0,83	8,33
										0,79	7,94

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg) k	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg) k
1	Especímen 1 + 10% VRT	14	14,93	24,00	30,00	176,62	19,63	142,00	1,00	0,89	8,89
2	Especímen 1 + 10% VRT	14	14,88	23,00	30,00	178,02	19,63	144,00	1,00	0,71	7,15
3	Especímen 1 + 10% VRT	14	14,92	23,00	30,00	177,19	19,63	148,00	1,00	0,72	7,22
										0,71	7,08

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Área del cilindro de carga (cm <sup>2</sup> )	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg) k	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg) k
1	Especímen 1 + 10% VRT	28	14,94	25,00	30,00	176,62	19,63	143,00	1,00	0,66	6,62
2	Especímen 1 + 10% VRT	28	14,88	27,00	30,00	178,02	19,63	140,00	1,00	0,61	6,06
3	Especímen 1 + 10% VRT	28	14,96	25,00	30,00	177,19	19,63	142,00	1,00	0,66	6,59
										0,64	6,42

INVESTIGADOR RESPONSABLE:  
ING. ARGENTINO YANA TORRES  
C.P. 103257



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

PROYECTO: IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE: BACHILLER RUFINO ACETUNO HUMPINI

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

FECHA: AGOSTO - SEPTIEMBRE DEL 2024

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + VIDRIO RECICLADO TRITURADO AL 15%

Nº	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (A)	Área del cilindro de carga (a)	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
				t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	Espécimen 1 + 15% VRT	7	15,07	25,00	30,00	176,62	19,63	156,00	1,00	0,97	6,74
2	Espécimen 1 + 15% VRT	7	14,98	23,00	30,00	176,02	19,63	158,00	1,00	0,73	7,29
3	Espécimen 1 + 15% VRT	7	15,02	22,00	30,00	177,19	19,63	155,00	1,00	0,75	7,62
										0,72	7,21

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (A)	Área del cilindro de carga (a)	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
				t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	Espécimen 1 + 15% VRT	14	14,88	27,00	30,00	176,62	19,63	150,00	1,00	0,62	6,19
2	Espécimen 1 + 15% VRT	14	14,92	24,00	30,00	178,02	19,63	148,00	1,00	0,69	6,89
3	Espécimen 1 + 15% VRT	14	14,83	25,00	30,00	177,19	19,63	152,00	1,00	0,64	6,42
										0,65	6,50

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (A)	Área del cilindro de carga (a)	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
				t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	Espécimen 1 + 15% VRT	28	14,86	28,00	30,00	176,62	19,63	160,00	1,00	0,60	5,97
2	Espécimen 1 + 15% VRT	28	14,86	28,00	30,00	178,02	19,63	140,00	1,00	0,58	5,94
3	Espécimen 1 + 15% VRT	28	14,84	29,00	30,00	177,19	19,63	148,00	1,00	0,57	5,73
										0,58	5,84

INGENIERO ROMÁN STOR CAJES, JOSSELYN  
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
JEFE TURNO  
Mgtr. Arnoldo Yafra 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: 20-06-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RUFINO ACEITUNO HUMPIRI

Dirección: COMUNIDAD CAMPESINA SEGUNDA COLLANA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 45788483

Teléfono: 917 316 827 email: aceitunohumpirufino@gmail.com

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

Dirección: \_\_\_\_\_

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

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

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: IMPACTO DE LA ADICIÓN DE TIRAS DE LATA RECICLADA Y VIDRIO RECICLADO

TRITURADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO POROSO

EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): TIRAS DE LATA RECICLADA, VIDRIO RECICLADO TRITURADO, CONCRETO

POROSO, ESPÉCIMEN PATRÓN, ASENTAMIENTO

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

1

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, 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  
  Título  
  2da Especialidad  
  Maestría  
  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

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

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

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

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

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

- Sí autorizo  
 No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

20-06-2025

Fecha