



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y  
DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE  
LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO  
PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. EDSON ERICK CCAMA AYMA**

**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**

**INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y  
DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE  
LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO  
PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. EDSON ERICK CCAMA AYMA**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:

  
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA


**PRIMER MIEMBRO**

:

  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**ASESOR DE TESIS**

:

  
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



### RESOLUCIÓN DECANAL N° 862-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 14 de agosto del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025- CU-8065 presentado por el (la) Bachiller: **EDSON ERICK CCAMA AYMA** 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. **EDSON ERICK CCAMA AYMA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

**RESUELVE:**

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

- \* **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- \* **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- \* **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

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

**ARTICULO TERCERO.** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **EDSON ERICK CCAMA AYMA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : jueves 21 de agosto del 2025
- \* **HORA** : 15:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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



Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 30000

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



Dr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:  
Archivo  
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 858-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 14 de agosto del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 1833, presentado por el señor (a) **EDSON ERICK CCAMA AYMA** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 169-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 408-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **EDSON ERICK CCAMA AYMA** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 169-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 408-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025**.

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

Estando, con la opinión favorable del Director de la Unidad 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, 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 **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION**, designado al señor (a): **EDSON ERICK CCAMA AYMA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA MATERIALES**, se le asigna como:

**ASESOR: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.  
Archivo 2025  
Interesado (a)

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS  
Dr. OSMAR V. VIAMONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 1000

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



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 408-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de junio del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU - 5330 por el señor (a): **EDSON ERICK CCAMA AYMA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 279- 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 025- 2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **EDSON ERICK CCAMA AYMA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 025- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **EDSON ERICK CCAMA AYMA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
  
**Dr. Milthon Quispe Huanca**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 169-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 28 de marzo del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 002966, presentado el señor (a) **EDSON ERICK CCAMA AYMA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 109 -2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 006-2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **EDSON ERICK CCAMA AYMA** ha presentado su propuesta de investigación **Titulado: INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 006-2025- aprobando la propuesta de investigación **titulado: INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **EDSON ERICK CCAMA AYMA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

M.ºc. **WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA**  
DECANO (e)  
CIP. 70808



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
OFICINA DE INVESTIGACIÓN  
**Dr. Fritz Willy Mamani Apaza**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2025  
Interesado (a)



## 20% Similitud general

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

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Fuentes principales

- 10% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 18% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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


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



**Metadatos Complementarios**

<b>Título de la tesis</b>	
<b>INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	EDSON ERICK CCAMA AYMA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73378269
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0009-3838-7849">https://orcid.org/0009-0009-3838-7849</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-4595-7589">https://orcid.org/0000-0003-4595-7589</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02306659
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Arequipa Provincia: Arequipa Distrito: Yura Latitud: S 16° 15' 04" Longitud: O 71° 40' 52"
	 <p><a href="https://maps.app.goo.gl/v8LDaUpQen6Z12Ve7">https://maps.app.goo.gl/v8LDaUpQen6Z12Ve7</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2025 – Agosto 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	<b>Ingeniería Civil</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a> <b>Ingeniería de Materiales</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00</a>



  
 Dr. Fredy W. Mamani Aguilar  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo EDSON ERICK CCAMA AYMA, identificado con DNI  
Nro. 73378269, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO

EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES

DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

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

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como 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 28 de agosto del 2025

Firma del Asesor  
(obligatoria)

Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



### **DEDICATORIA**

A mi querido padre, Raúl Ccama Ccama, que desde el cielo ha sido mi guía silencioso, mi fuerza en los momentos difíciles y mi inspiración constante. Aunque no estés físicamente a mi lado, tu amor y enseñanzas han sido el faro que me ha acompañado en cada paso de este camino. Este logro también es tuyo.

A mi amada madre, Elsa Eliana Ayma Calizaya, por ser el pilar de mi vida. Gracias por tu amor incondicional, tus sacrificios, tu fe en mí y por enseñarme con tu ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia. Sin ti, nada de esto habría sido posible.

Y a toda mi familia, por su apoyo constante, por creer en mí aun cuando yo dudaba, por su compañía en los días buenos y en los no tan buenos. Cada palabra de aliento y cada gesto de cariño han dejado una huella en este logro que hoy comparto con ustedes.

Gracias por ser mi fuerza, mi motivo y mi hogar.



## AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez por haberme brindado la oportunidad de formarme profesionalmente en sus aulas, y por ser un pilar fundamental en mi crecimiento académico y personal.

Expreso mi sincero reconocimiento a la plana docente de la carrera de Ingeniería Civil, por su dedicación, compromiso y constante esfuerzo por transmitir conocimientos con calidad y vocación. Gracias por su guía y por motivarnos a dar siempre lo mejor de nosotros.

A mi asesor de tesis, le agradezco especialmente por su paciencia, orientación y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo de investigación. Su experiencia y apoyo fueron claves para culminar esta etapa con éxito.

Asimismo, extendo mi gratitud a mis compañeros de estudio, quienes con su camaradería, apoyo mutuo y colaboración hicieron de esta experiencia universitaria un camino más llevadero y enriquecedor. Juntos superamos retos y compartimos aprendizajes que recordaré siempre con aprecio.



# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA ..... i

AGRADECIMIENTO ..... ii

**ÍNDICE GENERAL** ..... iii

ÍNDICE DE TABLAS .....vi

ÍNDICE DE FIGURAS .....ix

RESUMEN .....xi

ABSTRACT .....xii

INTRODUCCIÓN ..... xiii

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

**1.1 Situación problemática** ..... **15**

**1.2 Planteamiento del problema** ..... **16**

    1.2.1 Problema General ..... 16

    1.2.2 Problemas Específicos. .... 16

**1.3 Objetivos de la investigación** ..... **17**

    1.3.1 Objetivo General ..... 17

    1.3.2 Objetivos Específicos. .... 17

**1.4 Justificación de la investigación** ..... **17**

    1.4.1 Justificación Técnica ..... 17

    1.4.2 Justificación Social. .... 18

    1.4.3 Justificación ambiental ..... 18

    1.4.4 Justificación económica ..... 18

**1.5 Hipótesis de la Investigación** ..... **19**

    1.5.1 Hipótesis General ..... 19

    1.5.2 Hipótesis Específicas ..... 19

**1.6 Variables e indicadores** ..... **19**

    1.6.1 Variable Independiente ..... 19

    1.6.2 Variable Dependiente ..... 19

**1.7 Operacionalización de Variables** ..... **20**

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

**2.1 Antecedentes de la investigación** ..... **21**



2.1.1 Antecedentes internacionales.....	21
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	29
2.1.3 Antecedentes regionales. ....	38
<b>2.2 Bases teóricas.....</b>	<b>44</b>
2.2.1 Adoquines de concreto. ....	44
2.2.1.1 Ventajas de los Adoquines de Concreto .....	45
2.2.1.2 Propiedades Mecánicas de los Adoquines de Concreto .....	46
2.2.1.3 Formas de los Adoquines de Concreto .....	47
2.2.1.4 Partes de un Adoquín de Concreto .....	48
2.2.2 Vidrio templado reciclado en la fabricación de adoquines de concreto. ....	49
2.2.2.1 Propiedades del vidrio templado reciclado en los adoquines de concreto	50
2.2.2.2 Desventajas del vidrio reciclado en adoquines de concreto. ....	51
2.2.2.3 Estrategias para optimizar el uso de vidrio reciclado en adoquines de concreto.....	53
2.2.3 Desechos de cuarzo en la fabricación de adoquines de concreto.....	53
2.2.3.1 Propiedades del desecho de cuarzo en los adoquines de concreto .....	54
2.2.3.2 Posibles desventajas del desecho de cuarzo en adoquines de concreto	55
2.2.3.3 Estrategias para optimizar el uso de desechos de cuarzo en adoquines de concreto.....	56
2.2.4 Composición de los Adoquines de Concreto .....	57
<b>2.3 Marco conceptual.....</b>	<b>60</b>

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1 Enfoque de la investigación.....</b>	<b>62</b>
<b>3.2 Tipo de investigación.....</b>	<b>62</b>
<b>3.3 Nivel de Investigación.....</b>	<b>63</b>
<b>3.4 Diseño de la Investigación .....</b>	<b>63</b>
<b>3.5 Método de la Investigación.....</b>	<b>64</b>
<b>3.6 Población y Muestra .....</b>	<b>64</b>
3.6.1 Población.....	64
3.6.2 Muestra .....	65
<b>3.7 Técnicas e instrumentos de investigación.....</b>	<b>66</b>
3.7.1 Técnicas de recolección de datos.....	66
3.7.2 Instrumentos de recolección de datos investigación .....	66
<b>3.8 Procedimiento para recolección de datos.....</b>	<b>67</b>



3.8.1 Desarrollo de plan..... 67

**3.9 Procesamiento de datos ..... 75**

CAPÍTULO IV  
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**4.1 Resultados..... 76**

4.1.1 Resultados sobre porciones de los materiales según diseño de mezclas. .... 80

4.1.2 Resultados sobre las propiedades físicas de los adoquines ..... 81

4.1.2.1 Propiedades físicas de la muestra patrón ..... 81

4.1.2.2 Propiedades físicas de la muestra + Vidrio templado reciclado..... 84

4.1.2.3 Propiedades físicas de la muestra + Desechos de cuarzo. .... 91

4.1.3 Resultados sobre la adición vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en las propiedades mecánicas de adoquines de concreto. .... 99

4.1.3.1 Resistencia del adoquín Muestra patrón. .... 99

4.1.3.2 Resistencia del Adoquín + Vidrio templado reciclado..... 102

4.1.3.3 Resistencia del Adoquín + Desechos de cuarzo. .... 111

**4.2 Discusión de resultados..... 125**

**CONCLUSIONES ..... 129**

**RECOMENDACIONES..... 130**

**REFERENCIAS ..... 131**

**ANEXOS ..... 136**



ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1** Operación de variables ..... 20

**Tabla 2** Propiedades del vidrio templado..... 51

**Tabla 3** Propiedades y su impacto en el concreto. .... 55

**Tabla 4** Adoquines de concreto. .... 65

**Tabla 5** Propiedades del vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo. .... 68

**Tabla 6** Tratamiento del vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo. .... 68

**Tabla 7** Modo de aplicación en adoquines de Concreto. .... 69

**Tabla 8** Mejor aplicación en adoquines de Concreto. .... 69

**Tabla 9** Tamizado Material G. .... 76

**Tabla 10** Tamizado Agregado F. .... 77

**Tabla 11** Humedad de las muestras ..... 78

**Tabla 12** Atributos de los agregados. .... 79

**Tabla 13** Diseño de Mezcla. .... 80

**Tabla 14** Proporción en peso húmedo según diseño de mezclas. .... 80

**Tabla 15** Porciones de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo. .... 81

**Tabla 16** Dosificación por adoquín. .... 81

**Tabla 17** Ensayo de absorción adoquín estándar..... 82

**Tabla 18** Cambio en las dimensiones Adoquín estándar (alto)..... 83

**Tabla 19** Cambio en las dimensiones Adoquín estándar (ancho)..... 83

**Tabla 20** Cambio en las dimensiones Adoquín estándar (largo)..... 84

**Tabla 21** Absorción del Adoquín + 0.3% de vidrio templado..... 84

**Tabla 22** Cambio dimensional del Adoquín + 0.3% de vidrio templado (alto)..... 85

**Tabla 23** Cambio dimensional del Adoquín + 0.3% de vidrio templado (ancho)..... 86

**Tabla 24** Cambio dimensional del Adoquín + 0.3% de vidrio templado (largo) ..... 86

**Tabla 25** Absorción de Adoquín + 0.6% de vidrio templado..... 87

**Tabla 26** Cambio dimensional del Adoquín + 0.6% de vidrio templado (alto)..... 88

**Tabla 27** Cambio dimensional del Adoquín + 0.6% de vidrio templado (ancho)..... 88

**Tabla 28** Cambio dimensional del Adoquín + 0.6% de vidrio templado (largo) ..... 89

**Tabla 29** Absorción de Adoquín + 0.8% de vidrio templado..... 89

**Tabla 30** Cambio dimensional del Adoquín + 0.8% de vidrio templado (alto)..... 90

**Tabla 31** Cambio dimensional del Adoquín + 0.8% de vidrio templado (ancho)..... 91

**Tabla 32** Cambio dimensional del Adoquín + 0.8% de vidrio templado (largo) ..... 91

**Tabla 33** Absorción del Adoquín + 0.5% de Desechos de cuarzo..... 92

**Tabla 34** Cambio dimensional del Adoquín + 0.5% de desechos de cuarzo (alto)..... 93



<b>Tabla 35</b> Cambio dimensional del Adoquín + 0.5% de desechos de cuarzo (ancho).....	93
<b>Tabla 36</b> Cambio dimensional del Adoquín + 0.5% de desechos de cuarzo (largo).....	94
<b>Tabla 37</b> Absorción del Adoquín + 1.0% de Desechos de cuarzo.....	94
<b>Tabla 38</b> Cambio dimensional del Adoquín + 1.0% de desechos de cuarzo (alto). ....	95
<b>Tabla 39</b> Cambio dimensional del Adoquín + 1.0% de desechos de cuarzo (ancho).....	96
<b>Tabla 40</b> Cambio dimensional del Adoquín + 1.0% de desechos de cuarzo (largo).....	96
<b>Tabla 41</b> Absorción del Adoquín + 1.5% de Desechos de cuarzo.....	97
<b>Tabla 42</b> Cambio dimensional del Adoquín + 1.5% de desechos de cuarzo (alto). ....	98
<b>Tabla 43</b> Cambio dimensional del Adoquín + 1.5% de desechos de cuarzo (ancho).....	98
<b>Tabla 44</b> Cambio dimensional del Adoquín + 1.5% de desechos de cuarzo (largo).....	99
<b>Tabla 45</b> Resistencia a la compresión del Adoquín estándar logrado en 7 días. ....	99
<b>Tabla 46</b> Resistencia a la compresión del adoquín estándar logrado en 14 días.....	100
<b>Tabla 47</b> Resistencia a la compresión del adoquín estándar logrado en 28 días.....	101
<b>Tabla 48</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,3% vidrio templado en 7 días. .	102
<b>Tabla 49</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,3% vidrio templado en 14 días.	103
<b>Tabla 50</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,3% vidrio templado en 28 días.	104
<b>Tabla 51</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,6% vidrio templado en 7 días. .	105
<b>Tabla 52</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,6% vidrio templado en 14 días.	106
<b>Tabla 53</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,6% vidrio templado en 28 días.	107
<b>Tabla 54</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,8% vidrio templado en 7 días. .	108
<b>Tabla 55</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,8% vidrio templado en 14 días.	109
<b>Tabla 56</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,8% vidrio templado en 28 días.	110
<b>Tabla 57</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,5% desechos de cuarzo en 7 días. .....	111
<b>Tabla 58</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,5% desechos de cuarzo en 14 días.....	112
<b>Tabla 59</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 0,5% desechos de cuarzo en 28 días.....	113
<b>Tabla 60</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 1.0% desechos de cuarzo en 7 días. .....	114
<b>Tabla 61</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 1.0% desechos de cuarzo en 14 días.....	115
<b>Tabla 62</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 1.0% desechos de cuarzo en 28 días.....	116
<b>Tabla 63</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 1.5% desechos de cuarzo en 7 días. .....	117



<b>Tabla 64</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 1.5% desechos de cuarzo en 14 días.....	118
<b>Tabla 65</b> Resistencia a la compresión del adoquín + 1.5% desechos de cuarzo en 28 días.....	119
<b>Tabla 66</b> Comparación de absorción del adoquín + vidrio templado.....	120
<b>Tabla 67</b> Comparación de absorción del adoquín + desechos de cuarzo. ....	121
<b>Tabla 68</b> Cambio dimensiones del adoquín + vidrio templado.....	122
<b>Tabla 69</b> Cambio dimensiones del adoquín + desechos de cuarzo. ....	123
<b>Tabla 70</b> Resistencias alcanzadas de adoquín + vidrio templado.....	123
<b>Tabla 71</b> Resistencias alcanzadas de adoquín + desechos de cuarzo. ....	124



### ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** Adoquín de concreto ..... 46

**Figura 2** Ubicación de la cantera Socabaya ..... 67

**Figura 3** Vidrio templado reciclado ..... 70

**Figura 4** Desechos de cuarzo ..... 70

**Figura 5** Grafica del material grueso ..... 77

**Figura 6** Grafica del material Fino ..... 78

**Figura 7** % de humedad ..... 79

**Figura 8** Absorción adoquín estándar ..... 82

**Figura 9** Absorción del Adoquín + 0.3% de vidrio templado. .... 85

**Figura 10** Absorción del Adoquín 0.6% de vidrio templado. .... 87

**Figura 11** Absorción del Adoquín 0.8% de vidrio templado. .... 90

**Figura 12** Absorción Adoquín + 0.5% de Desechos de cuarzo..... 92

**Figura 13** Absorción Adoquín + 1.0% de Desechos de cuarzo..... 95

**Figura 14** Absorción Adoquín + 1.5% de Desechos de cuarzo..... 97

**Figura 15** Capacidad logrado en 7 días, del Adoquín estándar ..... 100

**Figura 16** Capacidad logrado en 14 días, del adoquín estándar ..... 101

**Figura 17** Capacidad logrado en 28 días, del adoquín estándar ..... 102

**Figura 18** Capacidad en 7 días. .... 103

**Figura 19** Capacidad en 14 días. .... 104

**Figura 20** Capacidad en 28 días. .... 105

**Figura 21** Capacidad en 7 días. .... 106

**Figura 22** Capacidad en 14 días. .... 107

**Figura 23** Capacidad en 28 días. .... 108

**Figura 24** Capacidad en 7 días. .... 109

**Figura 25** Capacidad en 14 días. .... 110

**Figura 26** Capacidad en 28 días. .... 111

**Figura 27** Capacidad en 7 días. .... 112

**Figura 28** Capacidad en 14 días. .... 113

**Figura 29** Capacidad en 28 días. .... 114

**Figura 30** Capacidad en 7 días. .... 115

**Figura 31** Capacidad en 14 días. .... 116

**Figura 32** Capacidad en 28 días. .... 117

**Figura 33** Capacidad en 7 días. .... 118

**Figura 34** Capacidad en 14 días. .... 119



<b>Figura 35</b> Capacidad en 28 días. ....	120
<b>Figura 36</b> Capacidad de la absorción adoquín + vidrio templado. ....	121
<b>Figura 37</b> Capacidad de la absorción adoquín + desechos de cuarzo.....	122
<b>Figura 38</b> Capacidad de resistencias adoquín + vidrio templado.....	124
<b>Figura 39</b> Capacidad de resistencias adoquín + desechos de cuarzo. ....	125



## RESUMEN

La tesis titulada "Influencia del empleo de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintos porcentajes sobre las propiedades de adoquines de concreto producidos en el distrito de Yura 2025", tiene el objetivo de evaluar la influencia de la incorporación de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en diferentes proporciones sobre las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concretos fabricados en el distrito de Yura 2025. La investigación se rige bajo un método científico y diseño experimental para evaluar el efecto de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto, adicionando vidrio templado en porcentajes de 0.3%, 0.6% y 0.8%, así como desechos de cuarzo en 0.5%, 1.0% y 1.5%. Los resultados muestran que la absorción de agua disminuye progresivamente, alcanzando valores mínimos de 2.61% y 3.23% con las mayores proporciones de vidrio templado y cuarzo, respectivamente, mejorando la impermeabilidad del material, además, la resistencia a la compresión se incrementó notablemente, alcanzando hasta 392.01 kg/cm<sup>2</sup> con 0.8% de vidrio templado y 400.70 kg/cm<sup>2</sup> con 1.5% de cuarzo, superando al adoquín estándar (366.84 kg/cm<sup>2</sup>), las variaciones dimensionales se mantuvieron dentro de tolerancias aceptables, asegurando la viabilidad técnica para aplicaciones estructurales. En el estudio se concluye que, la incorporación de estos materiales reciclados mejora la durabilidad y resistencia de los adoquines, aportando una solución sostenible para la fabricación local en Yura.

**Palabras clave:** Adoquines de concreto, desechos de cuarzo, vidrio templado reciclado.



## ABSTRACT

The thesis entitled "Influence of the use of recycled tempered glass and quartz waste in different percentages on the properties of concrete paving stones produced in the district of Yura 2025", aims to evaluate the influence of the incorporation of recycled tempered glass and quartz waste in different proportions on the physical and mechanical properties of concrete paving stones manufactured in the district of Yura 2025. The research is governed by a scientific method and experimental design to evaluate the effect of recycled tempered glass and quartz waste on the physical and mechanical properties of concrete paving stones, adding tempered glass in percentages of 0.3%, 0.6% and 0.8%, as well as quartz waste in 0.5%, 1.0% and 1.5%. The results show that water absorption progressively decreases, reaching minimum values of 2.61% and 3.23% with the highest proportions of tempered glass and quartz, respectively, improving the impermeability of the material, in addition, the compressive strength increased significantly, reaching up to 392.01 kg / cm<sup>2</sup> with 0.8% tempered glass and 400.70 kg / cm<sup>2</sup> with 1.5% quartz, surpassing the standard paving stone (366.84 kg / cm<sup>2</sup>), dimensional variations remained within acceptable tolerances, ensuring technical viability for structural applications. The study concludes that the incorporation of these recycled materials improves the durability and resistance of the paving stones, providing a sustainable solution for local manufacturing in Yura.

**Keywords:** Concrete pavers, quartz waste, recycled tempered glass.



## INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de la industria de la construcción ha generado un incremento en el consumo de materiales naturales y la generación de residuos sólidos. Entre estos residuos, el vidrio templado reciclado y los desechos de cuarzo representan una fracción significativa que, en la mayoría de los casos, no es aprovechada adecuadamente y termina en vertederos, contribuyendo al deterioro ambiental Monteiro, (2019).

Ante esta problemática, en los últimos años se han explorado alternativas para incorporar materiales reciclados en la producción de concreto, con el fin de mejorar su desempeño mecánico y reducir el impacto ambiental Sharma et al., (2019). En particular, los adoquines de concreto, ampliamente utilizados en pavimentación urbana y rural, representan una oportunidad para evaluar el efecto del reemplazo parcial de los agregados convencionales por materiales reciclados, con el propósito de optimizar sus propiedades físicas y mecánicas.

El vidrio templado reciclado presenta características interesantes para su uso en concreto, ya que su estructura amorfa y alta resistencia química pueden contribuir a mejorar la durabilidad y resistencia del material Federico, (2019). Asimismo, los desechos de cuarzo, debido a su composición mineralógica y estabilidad mecánica, pueden influir positivamente en la resistencia a la compresión y a la abrasión de los adoquines de concreto Zhang et al., (2020).

En este contexto, la presente investigación tiene como propósito evaluar la influencia del empleo de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintos porcentajes sobre las propiedades de adoquines de concreto producidos en el distrito de Yura. Se analizará el impacto de estos materiales en la resistencia a la compresión,



absorción de agua y desgaste de los adoquines, con el objetivo de determinar su viabilidad técnica y su potencial aplicación en la construcción sostenible.

La importancia de este estudio radica en la posibilidad de reducir el uso de recursos naturales no renovables, promover la reutilización de residuos industriales y contribuir a la producción de materiales de construcción más eficientes y sostenibles. Los resultados de esta investigación podrían servir como base para futuras normativas y guías técnicas relacionadas con el uso de agregados reciclados en la fabricación de adoquines de concreto en el Perú.

La tesis está compuesta de cuatro partes:

**Capítulo I:** En este capítulo se expone el contexto del estudio, identificando de manera clara y precisa la problemática central. Asimismo, se plantean los objetivos específicos y se justifica la importancia de la investigación, estableciendo su relevancia en el ámbito académico y práctico.

**Capítulo II:** Se realiza un análisis detallado de los conceptos fundamentales relacionados con el concreto y sus propiedades, sustentado en la literatura científica y en estudios previos. Este capítulo proporciona un marco de referencia sólido para la investigación.

**Capítulo III:** Se describe la metodología empleada en el estudio, incluyendo el tipo de investigación, el diseño experimental, la selección de muestras, las herramientas de recolección de datos y los procedimientos para el análisis de resultados.

**Capítulo IV:** Se presentan los hallazgos de la investigación y se analizan en función de los objetivos formulados. Se comparan los resultados logrados con investigaciones previas y se discuten las implicaciones prácticas del estudio.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Situación problemática.

A nivel internacional, la construcción representa una proporción significativa de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía. En 2022, este sector fue responsable del 37% de dichas emisiones a nivel mundial, alcanzando aproximadamente 10 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2023). Además, la fabricación de materiales como el cemento y el acero, junto con el uso de maquinaria pesada en las obras, contribuyen considerablemente a la contaminación ambiental (Arquitectura Técnica, 2022).

El sector de la construcción en el Perú ha experimentado una gran expansión, lo que ha provocado un aumento en la demanda de materiales y, como resultado, un aumento en la cantidad de basura que se genera. Este aumento en la actividad constructiva resalta la necesidad de realizar Estudios de Impacto Ambiental (EIA) antes de iniciar proyectos, con el fin de prever y mitigar los efectos adversos sobre el entorno (Centro de Estudios de la Construcción y el Medio Ambiente [CEFIC], 2022).

A nivel local, específicamente en el distrito de Yura, la producción de adoquines de concreto es una actividad relevante debido a su resistencia y durabilidad. No obstante,



la fabricación tradicional de estos adoquines requiere grandes volúmenes de agregados naturales, cuya extracción indiscriminada puede provocar problemas ambientales como la erosión del suelo y la alteración de ecosistemas. Frente a esta problemática, se han explorado alternativas sostenibles, como la incorporación de vidrio templado reciclado en la mezcla de concreto. Estudios realizados en Perú han demostrado que la sustitución parcial de agregados por vidrio reciclado en porcentajes del 25% y 50% mejora las propiedades del concreto, contribuyendo a la reducción de residuos y al fomento de la economía circular García et al., (2022).

En resumen, la industria de la construcción enfrenta desafíos ambientales significativos a nivel global, nacional y local. La implementación de prácticas sostenibles, como el uso de materiales reciclados en la fabricación de adoquines de concreto, se presenta como una solución viable para mitigar el impacto ambiental y promover un desarrollo más responsable en el sector.

## **1.2 Planteamiento del problema.**

### **1.2.1 Problema General.**

¿Cómo influye la incorporación de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en diferentes proporciones sobre las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto fabricados en el distrito de Yura 2025?

### **1.2.2 Problemas Específicos.**

1. ¿Cuál es la proporción según diseño de mezclas para la fabricación de adoquines de concreto en el distrito de Yura?
2. ¿Cómo afecta la adición de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en diferentes proporciones a las propiedades físicas de los adoquines de concreto fabricados en el distrito de Yura?



3. ¿De qué manera influye la incorporación de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintas proporciones sobre las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto en el distrito de Yura?

### **1.3 Objetivos de la investigación.**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la influencia de la incorporación de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en diferentes proporciones sobre las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concretos fabricados en el distrito de Yura 2025.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

1. Determinar la proporción según diseño de mezclas para la fabricación de adoquines de concreto en el distrito de Yura.
2. Analizar el efecto de la adición de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en diferentes proporciones sobre las propiedades físicas de los adoquines de concreto fabricados en el distrito de Yura.
3. Evaluar la influencia de la incorporación de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintas proporciones sobre las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto fabricados en el distrito de Yura.

### **1.4 Justificación de la investigación.**

#### **1.4.1 Justificación Técnica.**

El uso de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en adoquines de concreto puede mejorar su resistencia a la compresión, durabilidad y absorción de agua. Estos materiales aportan propiedades mecánicas beneficiosas y optimizan la mezcla del concreto. La investigación permitirá determinar el porcentaje óptimo de sustitución sin



afectar la calidad. Así, se contribuirá a la innovación en la ingeniería civil y construcción sostenible.

### **1.4.2 Justificación Social.**

El empleo de adoquines con materiales reciclados mejora la infraestructura urbana y vial, beneficiando a la comunidad de Yura. Su aplicación fomenta el uso de recursos sostenibles y reduce el impacto de residuos industriales. Además, genera empleo en sectores de construcción y reciclaje, impulsando la economía local. La investigación busca soluciones accesibles y eficientes para pavimentación.

### **1.4.3 Justificación ambiental**

La industria de la construcción genera gran impacto ambiental por la explotación de agregados y residuos sólidos. El uso de vidrio y cuarzo reciclado en adoquines ayuda a reducir la contaminación y fomenta la economía circular. Se disminuye la extracción de materiales vírgenes, preservando recursos naturales. Así, se promueve una construcción más ecológica y sostenible.

### **1.4.4 Justificación económica**

Los materiales reciclados pueden reducir los costos de producción de adoquines sin comprometer su calidad estructural. La reutilización de residuos minimiza gastos en agregados naturales y en disposición de desechos. Además, su mayor durabilidad disminuye los costos de mantenimiento y reposición. Esto impulsa una alternativa rentable para la industria de la construcción.



## 1.5 Hipótesis de la Investigación

### 1.5.1 Hipótesis General

El empleo de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintos porcentajes modificara las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto en el distrito de Yura 2025.

### 1.5.2 Hipótesis Específicas

1. La dosificación de materiales según diseño de mezclas para adoquines de concreto, estará de acuerdo a los lineamientos.
2. La adición de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintos porcentajes modificara las cualidades físicas de los adoquines de concreto.
3. El empleo de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintos porcentajes influirá positivamente en las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto.

## 1.6 Variables e indicadores

### 1.6.1 Variable Independiente

Vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo.

#### Indicadores:

- Adición de vidrio templado reciclado en 0.3%, 0.6% y 0.8%.
- Adición de desechos de cuarzo en 0.5%, 1.0% y 1.5%.

### 1.6.2 Variable Dependiente

Propiedades de Adoquines de concreto

#### Indicadores:

- Propiedades físicas
- Propiedades mecánicas

## 1.7 Operacionalización de Variables

**Tabla 1**

*Operación de variables*

<b>Variable Independiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos de Medición</b>
Vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo.	Son elementos prefabricados utilizados en pavimentación, fabricados con una mezcla de cemento, agregados y agua, diseñados para soportar cargas y brindar durabilidad.	En diferentes Porcentajes	V.T. 0.3%, 0.6% y 0.8%. <hr/> D.C. 0.5%, 1.0% y 1.5%.	Porción de elementos
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos de Medición</b>
Prop. físico mecánicas	Las peculiaridades físico-mecánicas describen las características de un material en términos de su estructura y comportamiento frente a esfuerzos como compresión, flexión.	Propied. físicas <hr/> Propied. mecánicas	Absorción Variación dimensional. <hr/> Resistencia a compresión	Herramientas de laboratorio

*Nota.* Elaboración propia



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación.

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales.

Según Saraguro et al., (2021) su estudio “La resistencia a la compresión y el desgaste en adoquines de concreto”. Garantizar la durabilidad y longevidad de los adoquines utilizados en la construcción de carreteras es un aspecto crucial para asegurar su funcionalidad a largo plazo. Estas infraestructuras viales no solo representan un medio esencial para la movilidad y el desarrollo económico del país, sino que también constituyen una inversión significativa para el gobierno. En este sentido, optimizar los materiales de pavimentación no solo contribuye a reducir costos de mantenimiento y reparación, sino que también mejora la seguridad y el confort de los usuarios. Los adoquines de concreto, al estar altamente compactados entre sí, presentan una notable resistencia a la compresión, lo que los hace ideales para su aplicación en pavimentos de alto tránsito. Sin embargo, los ensayos tradicionales de compresión, utilizados históricamente como medida de calidad, han sido desplazados en muchas naciones por métodos más representativos del comportamiento real del material, como el ensayo de tracción indirecta. Este cambio responde a la necesidad de evaluar con mayor precisión la capacidad de los adoquines para resistir las cargas dinámicas y los esfuerzos a los



que se ven sometidos durante su vida útil. Ante esta evolución en los criterios de evaluación, surge la necesidad de determinar una correlación entre dos características clave de los adoquines: la resistencia a la compresión y el desgaste. El objetivo de este análisis es establecer controles de calidad más rigurosos y, al mismo tiempo, definir valores de referencia que se adapten mejor a las condiciones reales del país. Esto permitiría optimizar los estándares de producción y asegurar que los materiales empleados cumplan con los requisitos técnicos y normativos. En este contexto, se llevó a cabo un estudio exhaustivo para analizar la relación entre la resistencia a la compresión y el desgaste en adoquines de concreto. Para ello, se trabajó con una muestra representativa de 57 empresas productoras de adoquines en la ciudad de Quito. Como parte de la investigación, se realizaron ensayos de laboratorio y trabajo de campo bajo normativas estandarizadas, con el fin de obtener datos confiables y reproducibles. Los datos recopilados fueron sometidos a un análisis estadístico detallado, utilizando pruebas de hipótesis y la evaluación de la significancia a través del valor p. Sin embargo, los resultados iniciales indicaron que la correlación entre resistencia a la compresión y desgaste es extremadamente baja, lo que sugiere que estas propiedades no están directamente relacionadas. Ante esta conclusión, se plantea la necesidad de establecer un valor máximo de desgaste aceptable, que pueda servir como referencia en futuras investigaciones y normativas. Este hallazgo resalta la importancia de seguir investigando y optimizando los criterios de evaluación de adoquines de concreto, con el fin de mejorar su desempeño en la infraestructura vial y garantizar su eficacia en el contexto específico del país.

Según Guerrero y Loor, (2023) su estudio "Estudio de factibilidad para el diseño e implementación de una fábrica de bloques y adoquines en una hacienda ubicada en el km 9 ½ de la vía Ibarra-San Lorenzo". La Hacienda Palacara, ubicada en el kilómetro 9 1/2 de la vía Ibarra-San Lorenzo, en la provincia de Imbabura, representa un punto estratégico para el desarrollo de una industria local que impulse el crecimiento



económico y urbanístico de la región. En este contexto, el presente proyecto técnico tiene como objetivo principal la implementación y diseño de una fábrica de bloques y adoquines en dicho emplazamiento, con el propósito de abastecer la creciente demanda de materiales de construcción en las zonas aledañas. Para evaluar la viabilidad del proyecto, se analizarán diversos factores determinantes que impactan su desarrollo y sostenibilidad en el tiempo. Entre ellos, se considerará la disponibilidad y costos del transporte tanto de la materia prima como del producto terminado, así como la logística de distribución en el corredor vial San Lorenzo-Ibarra. Asimismo, se estudiará el impacto que esta iniciativa podría tener en la planificación urbana y en la infraestructura vial, asegurando que la fábrica se alinee con los planes de crecimiento y modernización de la provincia. La implementación de esta fábrica no solo busca ser una alternativa económicamente viable, sino también contribuir al desarrollo industrial local mediante la producción de bloques y adoquines de alta calidad a precios competitivos, adaptados a las necesidades del mercado nacional. Con este enfoque, se espera generar oportunidades de empleo en la zona, fortalecer la economía regional y ofrecer soluciones constructivas eficientes y accesibles, promoviendo un modelo de negocio sustentable y con potencial de expansión en el futuro. En términos técnicos, el estudio abarcará aspectos clave como la selección de materias primas, procesos de fabricación, normativas de calidad, capacidad de producción y estrategias comerciales. Se prevé la adopción de tecnologías que optimicen los procesos y reduzcan costos sin comprometer la resistencia y durabilidad de los productos, garantizando su competitividad en el mercado. A través de este análisis, el proyecto busca no solo evaluar la factibilidad de la fábrica en términos económicos y operativos, sino también establecer las bases para su éxito a largo plazo, asegurando que su funcionamiento responda a la demanda del sector de la construcción y contribuya al progreso de la región.

Según Cárdenas & Bustos, (2023) su estudio "Análisis de parámetros mecánicos y diseño de adoquines fabricados a partir de residuos triturados de caucho obtenido de



neumáticos reciclados". La contaminación de fuentes de agua, cunetas y terrenos baldíos en Ecuador se ha convertido en un problema ambiental significativo debido a la disposición inadecuada de aproximadamente 2,4 millones de llantas cada año. Estos residuos, al no ser gestionados correctamente, generan impactos negativos en el medio ambiente, como la proliferación de plagas, la contaminación del suelo y la emisión de gases tóxicos cuando son quemados. Ante esta problemática, surgió la necesidad de buscar alternativas sostenibles para el reciclaje de neumáticos fuera de uso, con el propósito de darles una segunda vida útil y reducir su impacto ambiental. Una de las soluciones más viables y sostenibles es el aprovechamiento del caucho triturado en la fabricación de adoquines de concreto, una iniciativa que no solo permite la reutilización de estos residuos, sino que también mejora ciertas propiedades del material utilizado en pavimentos urbanos y peatonales. Aunque existen estudios previos que han analizado el comportamiento del adoquín al incorporar diferentes proporciones de caucho reciclado, este estudio se enfocó en la sustitución de diversos materiales pétreos en combinación con diferentes porcentajes de residuos de caucho triturado, con el fin de determinar su influencia en las propiedades mecánicas del adoquín. Para evaluar el desempeño del material resultante, se realizaron diversas pruebas de laboratorio, incluyendo colorimetría, desgaste por abrasión y compresión del adoquín, lo que permitió obtener datos precisos sobre su resistencia, durabilidad y comportamiento estructural. Inicialmente, se fabricó un adoquín de referencia con una resistencia de  $f'c = 35$  MPa, utilizando una mezcla convencional de agregados pétreos. Posteriormente, se procedió a sustituir fracciones del agregado fino por 5%, 9%, 12%, 15% y 18% de caucho triturado, evaluando cómo cada variación afectaba las propiedades del adoquín. Los resultados obtenidos indicaron que la mejor opción en términos de rendimiento mecánico y costo-beneficio fue el adoquín en el que se reemplazó el 5% del agregado fino por caucho triturado. Esta variante no solo mantuvo los estándares requeridos por las normativas vigentes, sino que también presentó una reducción del 1% en el costo del material pétreo, lo que representa un ahorro significativo a gran escala en proyectos de



pavimentación. Además de su impacto positivo en la reducción de costos y el aprovechamiento de residuos, el uso de caucho triturado en adoquines ofrece beneficios adicionales, como mayor flexibilidad del material, lo que puede ayudar a absorber impactos y reducir la propagación de grietas en el pavimento. Esta investigación contribuye al desarrollo de soluciones innovadoras en el sector de la construcción, promoviendo un enfoque más ecológico y sostenible en el uso de materiales alternativos. A partir de estos hallazgos, se abre la posibilidad de seguir investigando y optimizando el uso de residuos de caucho en la industria de la construcción, con el fin de mejorar las propiedades de los adoquines y reducir la huella ambiental generada por los neumáticos en desuso.

Según Cabrera, (2022) su estudio "Análisis técnico de mejoramiento de vías con adoquines de concreto en urbanización Villareal". El municipio de Pupiales, ubicado en la región de Nariño, se ha consolidado como un importante centro de agricultura, comercio y ganadería, sectores que han impulsado el crecimiento económico y social del territorio. Este desarrollo ha propiciado un aumento sostenido de la población, generando una transformación en la dinámica productiva y en el tráfico vehicular. Como consecuencia, se ha hecho evidente la necesidad de mejorar las infraestructuras viales para garantizar una movilidad eficiente tanto en las zonas urbanas como rurales. Ante esta situación, la administración municipal ha emprendido diversas estrategias para optimizar la conectividad y mejorar la calidad de las vías, evaluando opciones que sean sostenibles, accesibles y de fácil mantenimiento. Dentro de este análisis, la pavimentación con adoquines de concreto ha sido identificada como una solución viable para la rehabilitación de calles y avenidas en mal estado dentro del sector urbano. Esta alternativa presenta múltiples ventajas, entre ellas, su bajo costo, su facilidad de instalación y mantenimiento, y la posibilidad de ser ejecutada sin la necesidad de contar con mano de obra altamente especializada. El presente informe detalla de manera técnica y estructurada el procedimiento de construcción de las vías seleccionadas para la



pavimentación con adoquines de concreto, abarcando desde la fase de planificación hasta la finalización del proyecto. Para ello, se analizan los planos de obra y se presentan los resultados obtenidos en la urbanización Villareal, donde se implementó esta metodología de pavimentación. Se incluyen, además, un estudio comparativo que evalúa las ventajas y desventajas de esta técnica, tomando en cuenta factores como durabilidad, costos de inversión, impacto en la movilidad y mantenimiento a largo plazo. El documento también describe en detalle los pasos seguidos para la ejecución del proyecto, abordando aspectos como la preparación del terreno, la disposición de los materiales, las técnicas empleadas para la colocación de los adoquines y los criterios de control de calidad aplicados durante el proceso. Asimismo, se identifican los principales obstáculos enfrentados durante la ejecución del proyecto, como las condiciones climáticas, la disponibilidad de materiales y la gestión del tráfico en las zonas intervenidas. Finalmente, se evalúan los beneficios del producto final, destacando su impacto en la mejora de la movilidad urbana, la reducción de costos de mantenimiento vial y su contribución a la estética y funcionalidad del entorno. Este informe servirá como referencia para futuros proyectos de pavimentación en el municipio y en otras localidades con condiciones similares, proporcionando un modelo eficaz para la implementación de infraestructuras viales resistentes, accesibles y sostenibles.

Según Katrip et al., (2024) su estudio “caracterización mecánica de los pavers de concreto comercializados en las regiones de alto Paraná y Caaguazú”. Los adoquines de hormigón han adquirido gran relevancia en la pavimentación de áreas con alto tránsito peatonal y vehicular, debido a su resistencia y facilidad de instalación. Sin embargo, en Paraguay no existen normativas específicas que regulen su fabricación y garanticen su durabilidad, a diferencia de países como Brasil y Uruguay, donde se aplican estándares de calidad estrictos. Ante esta situación, esta investigación busca evaluar las propiedades físico-mecánicas de los adoquines comercializados en los distritos de Alto Paraná y Caaguazú, comparándolos con los criterios establecidos en la norma brasileña



NBR 9781:2013, con el fin de determinar si cumplen con los requisitos necesarios para su uso en infraestructura vial. Para este estudio, se seleccionaron diez cuerpos de prueba por lote, obtenidos de cinco fabricantes distintos ubicados en las regiones mencionadas. Las muestras fueron sometidas a diferentes pruebas de laboratorio, incluyendo análisis dimensional, absorción de agua (%A), resistencia a la compresión simple (RC) y módulo de elasticidad dinámico (ED), con el objetivo de evaluar su desempeño estructural. Además, se utilizó la Velocidad de Pulso Ultrasónico (UPV) como prueba no destructiva para detectar variaciones internas en la estructura de los adoquines. Los resultados revelaron que el porcentaje de absorción de agua oscilaba entre 3,0% y 6,78%, superando el límite permitido en el lote C, mientras que ningún lote alcanzó la resistencia mínima de 35 MPa establecida en la normativa, evidenciando una falta de homogeneidad en la calidad del producto. A partir de estos hallazgos, se identificó la necesidad de establecer regulaciones más estrictas para la producción de adoquines en Paraguay, con el fin de garantizar su resistencia y durabilidad en el tiempo. Además, se encontraron tendencias entre los valores de %A, RC y ED en función de UPV, lo que podría utilizarse para predecir el comportamiento mecánico de los adoquines y optimizar su fabricación. Esta investigación no solo aporta una visión más clara sobre la calidad actual de los adoquines en el país, sino que también resalta la importancia de implementar estándares de control que aseguren productos confiables y adecuados para su uso en pavimentación urbana.

Según Lino, (2023) su estudio "Propuesta de fabricación de adoquines de hormigón con fibra de vidrio alcalino para verificar su comportamiento mecánico". El presente estudio analiza el efecto de la integración de fibra de vidrio alcalina en la absorción de agua y las propiedades mecánicas del concreto, incluyendo su resistencia a la flexión, tracción y compresión. Para ello, se ensayaron probetas bajo una presión controlada de 210 kg/cm<sup>2</sup>, permitiendo evaluar cómo la incorporación de este material influye en el desempeño estructural del concreto. Se diseñó una metodología



experimental que incluyó la preparación y prueba de probetas de concreto con diferentes concentraciones de fibra de vidrio alcalina, siguiendo rigurosamente los estándares técnicos establecidos en las normas INEN ecuatorianas. Estas normativas permitieron definir los requisitos técnicos, así como las diferentes formas de preparación y evaluación de los especímenes. En la fase experimental, se elaboraron probetas de concreto utilizando cemento, agregado fino y agregado grueso, los tres componentes esenciales de la mezcla. Estas probetas fueron fabricadas con tres niveles de incorporación de fibra de vidrio alcalina: 0,20%, 0,50% y 1%, con el objetivo de identificar cómo cada proporción afectaba las propiedades del material. Se realizaron diversos ensayos, entre ellos el de absorción de agua, donde se determinó que los adoquines analizados absorbieron un 4,18% del agua ensayada, lo que sugiere un comportamiento adecuado en términos de permeabilidad y durabilidad. Asimismo, se evaluó la resistencia mecánica de los adoquines de concreto en comparación con cilindros de hormigón convencionales, identificando diferencias significativas en los valores obtenidos. Los resultados evidenciaron que los adoquines de hormigón con el mayor porcentaje de fibra de vidrio alcalina (1%) alcanzaron una resistencia a la compresión de 459,37 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días, mientras que la resistencia a la flexión y tracción se registró en 339,36 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, se encontró que estas resistencias alcanzaron solo el 39% del nivel necesario, lo que indica que, si bien la fibra de vidrio alcalina mejora ciertas propiedades del concreto, su uso debe ser optimizado para cumplir con los requisitos estructurales exigidos en aplicaciones viales. Además, se observó un incremento en el costo de producción de los adoquines, pasando de \$0,27 a \$0,44 por unidad, lo que representa un aumento de \$0,17 al incluir un 1% de fibra de vidrio alcalina. Estos hallazgos destacan la importancia de seguir investigando su aplicación en diferentes proporciones y contextos, con el fin de lograr un equilibrio entre costo, resistencia y durabilidad en la fabricación de adoquines de concreto.



### 2.1.2 Antecedentes nacionales.

Según Quilca y Mamani, (2021) su tesis "Efecto del uso de caucho reciclado en adoquines de concreto". En el Perú, la falta de una legislación específica que regule la correcta disposición de neumáticos usados ha generado un problema ambiental creciente, ya que estos residuos tienden a acumularse en botaderos informales, generando contaminación del suelo, del aire y del agua, además de convertirse en focos de proliferación de plagas. Ante esta situación, la presente tesis propone una alternativa sostenible, incorporando el caucho reciclado en la fabricación de adoquines de concreto destinados a aceras y vías de acceso para peatones y vehículos livianos. La iniciativa busca reducir el impacto ambiental de los neumáticos desechados y, al mismo tiempo, evaluar el impacto mecánico del caucho granulado en las propiedades estructurales del concreto, especialmente en la resistencia a la compresión simple de los adoquines. Para ello, se diseñó un programa experimental en el que se elaboraron adoquines de concreto con diferentes proporciones de caucho reciclado: 10%, 15% y 20%, con el objetivo de analizar su desempeño a distintas edades de curado: 3, 7, 14 y 28 días. Se realizaron ensayos de laboratorio para evaluar la influencia del caucho sobre la resistencia a la compresión en cada una de las mezclas. Los resultados obtenidos mostraron valores de resistencia decrecientes a medida que el porcentaje de caucho en la mezcla aumentaba. Para el caso de los adoquines con 10% de caucho reciclado, las resistencias registradas fueron 116,5 kg/cm<sup>2</sup> a los 3 días, 142,3 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 227,1 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 240,21 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Por su parte, los adoquines con 20% de caucho mostraron resistencias más bajas, con valores de 71,5 kg/cm<sup>2</sup> a los 3 días, 96,0 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 173,3 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 188,55 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, confirmando la tendencia de reducción en la resistencia a medida que aumenta el contenido de caucho. Para garantizar la confiabilidad de los resultados, se llevaron a cabo pruebas adicionales en los materiales empleados, incluyendo la determinación del grado de absorción, el contenido de humedad, el peso unitario del caucho granulado y el tamaño de partícula del caucho reciclado, factores que influyen en la adherencia y compactación de la



mezcla. Posteriormente, se realizó el diseño de mezcla siguiendo criterios establecidos en normativas vigentes. Los ensayos revelaron que, en los casos donde el adoquín estándar muestra una relación lineal entre la resistencia de la mezcla y el volumen de caucho, se evidencia una disminución de la resistencia a la compresión conforme aumenta la cantidad de material polimérico. Si bien la durabilidad del material alcanzó hasta dos meses, estos hallazgos resaltan la necesidad de encontrar un equilibrio entre sostenibilidad y desempeño estructural, optimizando las proporciones de caucho en la mezcla para garantizar una aplicación viable en infraestructura urbana.

Según Polo y del Castillo, (2024) su tesis "Evaluación del plástico de polipropileno reciclado en adoquines de concreto tipo I sobre la compresión, flexión, impacto y absorción". Las actividades humanas están profundamente arraigadas en una cultura de consumo y desecho, generando una acumulación significativa de residuos sólidos que afectan el medio ambiente. En el Perú, aproximadamente el 60% de los residuos sólidos están compuestos por materia orgánica, mientras que el 10% corresponde a plásticos, siendo el polipropileno uno de los principales contaminantes. Sin embargo, las tasas de reciclaje de este material alcanzan apenas el 1%, lo que evidencia la falta de estrategias efectivas para su gestión y reutilización. Sin una adecuada planificación y control, estos desechos se acumulan en vertederos, degradándose lentamente y contribuyendo a la contaminación ambiental. Para abordar esta problemática, este estudio propone una alternativa sostenible mediante la incorporación de copos de polipropileno triturado, provenientes de tapas de botellas, en la fabricación de adoquines de concreto, con el fin de reducir la contaminación y evaluar su impacto en las propiedades mecánicas del material. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos del polipropileno reciclado en adoquines de hormigón tipo I, sometiéndolos a pruebas de compresión (NTP 339.034), flexión (ASTM C 293), impacto (ACI 544.2R) y absorción (NTP 399.604). Para el diseño de la mezcla, se utilizaron los siguientes materiales: cemento Mochica tipo MS ( $463 \text{ kg/m}^3$ ), arena ( $804 \text{ kg/m}^3$ ), confitería 3/8" ( $778 \text{ kg/m}^3$ ), agua (240 litros) y una



relación agua/cemento de 0.51. Se adicionaron hojuelas de plástico de polipropileno triturado, de 4,750 mm de diámetro (Malla #4), en proporciones variables: 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6%. El diseño de la mezcla se elaboró siguiendo la norma ACI 211, y los adoquines fabricados para las pruebas tenían dimensiones de 200 mm x 100 mm x 40 mm, con ensayos realizados a los 28 días de curado, conforme a la norma ASTM C 31. Además, se evaluaron adoquines producidos por tres fabricantes distintos: Unicón, Norblock y Dino, asegurando una comparación objetiva de los resultados en distintas condiciones de fabricación. En cuanto a las propiedades mecánicas, los adoquines con diseño de patrón presentaron valores de resistencia a la compresión de 542 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a la flexión de 59 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia al impacto de 10 golpes y absorción del 4,2%. Para los adoquines con adición de polipropileno, se registraron variaciones en los resultados según el porcentaje incorporado. En el caso de una adición del 4%, la resistencia a la compresión disminuyó a 392 kg/cm<sup>2</sup>, la flexión a 56 kg/cm<sup>2</sup>, el impacto aumentó a 36 julios y la absorción alcanzó 6%. Con concentraciones de 2% y 3% de escamas de polipropileno triturado, se obtuvieron valores más equilibrados, con compresión entre 473–443 kg/cm<sup>2</sup>, flexión entre 63,3–74 kg/cm<sup>2</sup>, impacto entre 20–29 julios y absorción entre 5–5,1%. A partir de estos hallazgos, se concluye que la cantidad óptima de polipropileno reciclado en la mezcla está entre 2% y 3%, ya que se mantiene dentro de los límites establecidos por las normativas vigentes, sin afectar significativamente la resistencia mecánica del adoquín, permitiendo así reducir la contaminación plástica sin comprometer la calidad del producto final.

Según Armando, (2024) su tesis "Efecto del polietileno de alta densidad para la mejora de resistencia en adoquines de concreto tipo I". La producción y el uso excesivo de plásticos se han convertido en un problema ambiental a nivel mundial, siendo el polietileno de alta densidad (HDPE) uno de los principales contribuyentes a la contaminación ambiental. Su presencia en vertederos y ecosistemas marinos representa un desafío significativo debido a su lenta descomposición, lo que genera acumulación de



residuos y el agotamiento progresivo de los recursos naturales. Además, la gestión inadecuada de estos residuos contribuye a la degradación del suelo, la contaminación del agua y la afectación de la fauna marina. En este contexto, es fundamental buscar alternativas sostenibles que permitan reducir la sobreproducción de plásticos y fomentar su reutilización en aplicaciones de alto impacto, como la construcción. El propósito de esta investigación fue evaluar la viabilidad del uso de polietileno de alta densidad (HDPE) reciclado en la fabricación de adoquines de hormigón Tipo I, con el objetivo de mejorar sus propiedades mecánicas y estructurales. Para ello, se utilizó la técnica ACI 211.1 para determinar la cantidad óptima de cemento en la mezcla, siguiendo un diseño experimental y un enfoque cuantitativo. Se incorporaron proporciones de 5%, 10% y 15% de HDPE reciclado, analizando su impacto en la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia al desgaste y absorción de agua. Mediante ensayos de laboratorio y pruebas normativas, se determinó que el 10% de HDPE representaba el punto óptimo de incorporación, logrando un equilibrio entre durabilidad, resistencia y sostenibilidad, además de cumplir con los requisitos establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP). Los resultados obtenidos mostraron que la incorporación del 10% de HDPE en la mezcla mejoró significativamente la resistencia mecánica de los adoquines, optimizando su capacidad estructural y aumentando su durabilidad frente a condiciones adversas. Esta mejora en las características del material no solo permite su aplicación en infraestructura vial y urbana, sino que también contribuye a un desarrollo más sostenible de la región, promoviendo el uso de materiales reciclados y reduciendo la dependencia de recursos naturales vírgenes. La implementación de esta metodología representa un avance significativo en la gestión de residuos plásticos, demostrando que su reutilización en la construcción puede generar productos innovadores, resistentes y ambientalmente responsables, facilitando así la adopción de prácticas más sostenibles en el sector de la construcción.



Según Bautista, (2024) su tesis "Adición de valvas de moluscos en adoquines de concreto para uso peatonal, Lima – 2022". Este estudio se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo afectan las válvulas de moluscos a las propiedades de los adoquines de hormigón utilizados en pavimentos peatonales? La hipótesis central fue que la incorporación de válvulas de moluscos trituradas en la mezcla de hormigón tendría un impacto significativo en la durabilidad, resistencia y estética de los adoquines, mejorando ciertas propiedades mecánicas sin comprometer su desempeño estructural. Para evaluar estos efectos, se diseñó un modelo experimental basado en el método científico, en el cual se fabricaron adoquines con diferentes proporciones de válvulas de moluscos trituradas y se analizaron sus propiedades físicas y mecánicas. Los adoquines de hormigón utilizados en la investigación tenían una resistencia base de 48 unidades, y se adicionaron cantidades variables de válvulas de moluscos trituradas, con proporciones que oscilaron entre 0% y 10%. Los ensayos de laboratorio permitieron identificar que la composición química de las valvas presentaba un alto contenido de óxido de calcio (CaO), un componente que influye directamente en las características mecánicas del hormigón. Se observó que la resistencia a la compresión aumentó progresivamente con la incorporación de valvas pulverizadas, alcanzando valores de 323,78 kg/cm<sup>2</sup> para 0% de adición, 333,85 kg/cm<sup>2</sup> para 4% de adición, 337,80 kg/cm<sup>2</sup> para 7% de adición y 347,15 kg/cm<sup>2</sup> para 10% de adición. Este incremento sugiere que las valvas contribuyen a mejorar la cohesión y compactación del material, otorgando mayor resistencia sin necesidad de agregar otros aditivos químicos. Además, el estudio reveló que, a diferencia de la resistencia a la compresión, el porcentaje de absorción de agua disminuyó a medida que se incrementaba la proporción de válvulas de moluscos en la mezcla, lo que sugiere un mejor comportamiento frente a la humedad y la intemperie. Esto es clave para la durabilidad de los adoquines en climas húmedos como el de Lima. Con base en los resultados de laboratorio, el análisis estadístico y los criterios establecidos por la normativa peruana para adoquines, se determinó que el 10% de valvas de moluscos trituradas es el punto óptimo para garantizar un buen desempeño



estructural en pavimentos peatonales, permitiendo no solo mejorar la resistencia mecánica del material, sino también reducir su absorción de agua, aumentando así su durabilidad en el tiempo.

Según Sallo y de la Cruz, (2024) su tesis "Diseño de adoquines de concreto con adición de nanotubos de carbono para mejorar las propiedades mecánicas y permeabilidad en pavimentos articulados, Lima". El estado de la infraestructura vial en el Perú presenta grandes disparidades entre la capital y las provincias. Mientras que en Lima el 88,1% de las carreteras están pavimentadas, en las regiones aledañas los niveles de satisfacción con la calidad de las vías varían significativamente, oscilando entre un 0,9% y un 35,1%. A nivel nacional, solo el 37,2% de la población expresa satisfacción con la infraestructura vial, lo que refleja deficiencias estructurales y de mantenimiento en muchas de las carreteras del país. Uno de los factores clave que afectan la calidad y durabilidad de las rutas es el uso de materiales inadecuados o que no cumplen con los estándares técnicos requeridos para cada aplicación, lo que genera mayor desgaste, fallas prematuras y altos costos de mantenimiento. Para abordar esta problemática, la presente tesis evalúa el desempeño del pavimento articulado, proponiendo mejoras en el diseño de adoquines de concreto mediante la incorporación de nanotubos de carbono. Este enfoque busca incrementar la resistencia mecánica, durabilidad y desempeño del material utilizado en la construcción de pavimentos. Se realizaron pruebas experimentales con tres concentraciones de nanotubos de carbono: 0,03%, 0,05% y 0,10%, analizando su impacto en las propiedades del concreto. Los resultados demostraron mejoras significativas en los parámetros de resistencia y permeabilidad. En términos de resistencia a la compresión, se alcanzó un valor máximo de 749,0 kg/m<sup>2</sup>, representando una mejora del 20,8% en comparación con el diseño estándar. Asimismo, la resistencia a la flexión alcanzó un valor de 11 MPa, reflejando un aumento del 20,88% en relación con la mezcla convencional cuando se empleó la dosis óptima de 0,1% de nanotubos de carbono. En términos de permeabilidad, se registró un



valor máximo de penetración de 14 mm, clasificándolo como impermeable, lo que indica que el material es altamente resistente a la absorción de agua y, por ende, más durable en condiciones climáticas adversas. Sin embargo, a pesar de los beneficios obtenidos en términos de resistencia y durabilidad, la implementación de nanotubos de carbono en la fabricación de adoquines presenta un desafío económico significativo. El costo de producción del concreto modificado alcanzó los S/ 1,649.33, lo que representa un incremento del 131,22% en comparación con el costo promedio del pavimento articulado convencional. Esto implica que, si bien los nanotubos de carbono mejoran notablemente el desempeño estructural del adoquín, su viabilidad en proyectos de gran escala podría verse limitada por los costos elevados de producción. Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian el potencial de los nanotubos de carbono para optimizar la infraestructura vial, pero también resaltan la necesidad de evaluar su aplicabilidad en función del balance entre costo y beneficio, considerando estrategias para reducir costos sin comprometer la calidad del material.

Según Ipanaque y Córdova, (2021) su tesis "Diseño de pavimentación con adoquines de concreto para el terminal de almacenamiento de contenedores de la planta logística Neptunia – Paita". Las exportaciones representan un pilar fundamental en la economía del Perú, aportando significativamente al Producto Bruto Interno (PBI) y consolidando la vocación exportadora del país. En este contexto, el sistema portuario desempeña un papel crucial en el desarrollo económico, dado que aproximadamente el 80% de las exportaciones peruanas se realizan por vía marítima. La eficiencia de los puertos y terminales logísticas es esencial para mantener la competitividad comercial del país, ya que permiten el almacenamiento, transporte y distribución de mercancías a nivel internacional. No obstante, la naturaleza dinámica de estas infraestructuras exige que las terminales de almacenamiento de contenedores y los muelles cuenten con pavimentos resistentes y adaptables, capaces de soportar altas cargas de tráfico y condiciones climáticas adversas. En este sentido, la investigación sobre el comportamiento de



adoquines de concreto sometidos a cargas severas cobra gran relevancia, ya que la necesidad de nuevas soluciones de pavimentación surge como una respuesta a la evolución de los puertos en todo el mundo, incluido el Perú. Dentro de este marco, los costos de transporte y almacenamiento de contenedores juegan un papel fundamental en la eficiencia operativa de los puertos. La terminal portuaria actúa como un eslabón clave en la cadena de oferta y demanda, optimizando la logística y reduciendo gastos en el traslado de grandes volúmenes de mercancías (Barrios y Quispe, 2016). Sin embargo, el tráfico de contenedores representa un desafío operativo, ya que puede interrumpir el flujo de las actividades de importación y exportación, generando demoras y riesgos de accidentes. Un claro ejemplo de esta problemática se observa en Neptunia S.A., una empresa con más de 30 años de experiencia en el sector portuario y logístico, que actualmente se encuentra en proceso de expansión. Como parte de su crecimiento, la compañía ha incrementado en 40.000 m<sup>2</sup> la superficie de su terminal de almacenamiento de contenedores. Sin embargo, una parte del terreno ampliado aún no está pavimentada, lo que genera dificultades en la manipulación de contenedores transportados por camiones y apiladores, especialmente en temporadas de lluvias, cuando se forman charcos y se incrementa el riesgo de accidentes. Debido a esta problemática, surgió la necesidad de desarrollar un diseño de pavimentación con adoquines de hormigón para la terminal de almacenamiento de Neptunia S.A., con la posibilidad de reutilizar estos adoquines en futuras expansiones conforme la empresa adquiera nuevos terrenos. La solución de pavimentación propuesta debe ser capaz de soportar cargas extremadamente elevadas, incluyendo contenedores vacíos de 6, 3 y 4,5 toneladas apilados en torres, así como el peso del equipo de transporte Stacker DRF100, de la marca Kalmar, con una carga de aproximadamente 45 toneladas en vacío. Para ello, se llevó a cabo una evaluación rigurosa del estado actual del pavimento empleando herramientas de diseño y análisis avanzadas, como el software ELSYM-5, hojas de cálculo especializadas y la teoría de análisis de pavimentos y mejoramiento de suelos. Además, se tomaron en cuenta normativas internacionales como las normas británicas



de carreteras BPA, AASHTO y MTC, asegurando que el diseño cumpla con los estándares de calidad y resistencia requeridos para este tipo de infraestructura. La importancia de este estudio radica en la contribución directa que tiene el mejoramiento de las terminales portuarias en el crecimiento comercial y la competitividad del país. Al incorporar adoquines de concreto con alta resistencia a la compresión, baja absorción de agua, resistencia al congelamiento y a la abrasión, se garantiza una vida útil prolongada del pavimento, minimizando los costos de mantenimiento y reparaciones a largo plazo. Estos adoquines no solo ofrecen mayor estabilidad estructural en condiciones de carga extrema, sino que también mejoran la seguridad y eficiencia de las operaciones logísticas, asegurando un tránsito fluido de mercancías dentro de la terminal portuaria.

Según Aguilar, (2023) su tesis "Influencia del Plástico Reciclado PET en las Características Físico Mecánicas de Adoquines de Concreto para el Uso en Espacios Públicos", Con el propósito de cumplir con los estándares de calidad establecidos en la norma N.T.P. 399.611, esta investigación analiza el impacto del uso de plástico PET reciclado en las propiedades físico-mecánicas de los adoquines de concreto. El estudio se enmarca dentro de la creciente necesidad de encontrar alternativas sostenibles en la construcción, dado que el PET es un material altamente contaminante que representa una amenaza para el medio ambiente debido a su larga vida útil y baja tasa de degradación. Como respuesta a esta problemática, la presente investigación plantea el reciclaje del PET mediante un método mecánico, incorporándolo en proporciones del 4%, 6%, 8% y 10% como reemplazo parcial del agregado grueso en la fabricación de adoquines de concreto. El objetivo principal fue evaluar la viabilidad estructural de estos adoquines y verificar si cumplen con los parámetros de resistencia, durabilidad y desempeño mecánico exigidos por las Normas Técnicas Peruanas (NTP). Al reemplazar parte del agregado grueso con plástico PET triturado, se buscó no solo reducir la dependencia de los recursos naturales utilizados en la construcción, sino también disminuir significativamente los costos de producción del material. Este enfoque



representa una alternativa innovadora en ingeniería contemporánea, promoviendo el desarrollo de adoquines de concreto ambientalmente sostenibles para su aplicación en áreas públicas y pavimentos urbanos. La investigación se desarrolló mediante una serie de pruebas de laboratorio, donde se compararon los resultados obtenidos en los adoquines con PET frente a los diseños convencionales utilizados en pavimentación. Los resultados experimentales mostraron que el diseño con 6% de PET reciclado obtuvo los mejores resultados en términos de resistencia a la compresión y flexión, superando incluso el diseño tradicional. Además, se determinó que estos adoquines son significativamente más ligeros, lo que facilita su transporte e instalación. También presentaron una mayor resistencia a la abrasión, lo que los hace más duraderos ante el desgaste causado por el tránsito peatonal y vehicular. Asimismo, se encontró que la incorporación de PET mejora su resistencia a la absorción de agua, reduciendo su porosidad y, por ende, incrementando su vida útil. Estos hallazgos confirman que el uso de PET reciclado en la fabricación de adoquines de concreto no solo representa una alternativa ecológica viable, sino que también aporta mejoras técnicas y económicas en el sector de la construcción, abriendo nuevas posibilidades para el desarrollo de materiales sostenibles y de alto rendimiento.

### **2.1.3 Antecedentes regionales.**

Según Chambi, (2024) su tesis "El presente estudio tuvo como objetivo determinar la resistencia mecánica de adoquines de concreto con adición de relave minero bajo efecto de la helada, Puno, 2023". Como parte del enfoque de esta investigación, se llevó a cabo un análisis detallado de las propiedades físicas y químicas de muestras de relaves mineros obtenidas de presas en la etapa postoperativa en el distrito de Ananea. Estos residuos, producto de la actividad minera, presentan una gran acumulación en las presas de relaves, lo que genera un impacto ambiental significativo. Sin embargo, debido a su composición granulométrica y mineralógica, se ha planteado su uso como sustituto del agregado fino en la fabricación de adoquines de concreto, con



el objetivo de reducir la extracción de áridos naturales y promover una alternativa más sostenible en la construcción. Para evaluar su viabilidad en el diseño de mezclas de concreto, se establecieron diferentes proporciones de reemplazo del agregado fino por relaves mineros: 0%, 10%, 25% y 50%. Posteriormente, se fabricaron adoquines de concreto con cada una de estas mezclas y se sometieron a condiciones ambientales reales, incluyendo exposición a heladas para analizar su resistencia frente a climas extremos. Como parte del proceso de validación, se realizaron pruebas de compresión y abrasión, garantizando que los adoquines cumplieran con los estándares de calidad requeridos para su uso en pavimentación. Los resultados obtenidos mostraron variaciones en las resistencias a la compresión según el porcentaje de relaves incorporado. En condiciones ambientales normales, los adoquines presentaron resistencias de 395,36 kg/cm<sup>2</sup>, 397,61 kg/cm<sup>2</sup>, 379,98 kg/cm<sup>2</sup> y 362,11 kg/cm<sup>2</sup> para los reemplazos de 0%, 10%, 25% y 50%, respectivamente. En cuanto a la resistencia a la abrasión, los valores fueron de 15.065,83 mm<sup>3</sup>/mm<sup>2</sup>, 15.558,32 mm<sup>3</sup>/mm<sup>2</sup>, 14.604,77 mm<sup>3</sup>/mm<sup>2</sup> y 14.564,53 mm<sup>3</sup>/mm<sup>2</sup>, reflejando un comportamiento adecuado en términos de desgaste superficial. Al someter las muestras a condiciones de congelación, los resultados evidenciaron una reducción en la resistencia mecánica, con valores de 357,51 kg/cm<sup>2</sup>, 358,51 kg/cm<sup>2</sup>, 327,61 kg/cm<sup>2</sup> y 240,23 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. De manera similar, los valores de resistencia a la abrasión fueron de 15.614,66 mm<sup>3</sup>/mm<sup>2</sup>, 15.622,09 mm<sup>3</sup>/mm<sup>2</sup>, 16.081,50 mm<sup>3</sup>/mm<sup>2</sup> y 16.970,09 mm<sup>3</sup>/mm<sup>2</sup>, lo que sugiere una mayor susceptibilidad al desgaste en condiciones de bajas temperaturas. A partir de estos resultados, se determinó que los adoquines con un reemplazo del 10% y 25% de relaves mineros cumplen con los requisitos establecidos en la NTP 399.611 para la producción de adoquines TIPO II, lo que los hace aptos para su uso en infraestructura urbana con tráfico ligero. Cabe destacar que la incorporación del 10% de relaves mostró un mejor desempeño mecánico en climas fríos, lo que sugiere que este porcentaje es el más adecuado para pavimentos articulados en zonas templadas y de bajas temperaturas. Este estudio resalta la viabilidad del uso de residuos mineros en la construcción



sostenible, ofreciendo una solución innovadora para el aprovechamiento de materiales reciclados en la fabricación de adoquines de concreto.

Según Maquera, (2022) su tesis "Análisis del comportamiento físico - mecánico de adoquines de concreto adicionando fibra de totora para uso peatonal, distrito de Juliaca, Puno – 2022". Este estudio se llevó a cabo en la ciudad de Juliaca, Puno, en el año 2022, con el propósito de analizar el impacto del uso de fibra de totora en las propiedades mecánicas y físicas de los adoquines de concreto destinados al tránsito peatonal. Para ello, se evaluó un hormigón estándar (C°) como referencia y se comparó su comportamiento con mezclas modificadas que contenían cuatro diferentes proporciones de fibra de totora: 0,3%, 0,5%, 0,7% y 0,9%. La investigación utilizó un enfoque cuantitativo, con un nivel de análisis explicativo y un diseño cuasi-experimental, permitiendo establecer relaciones entre la adición de fibra y el desempeño estructural del material. Para garantizar la validez del estudio, se realizó una batería de ensayos en una muestra compuesta por 45 adoquines, 45 briquetas y 15 vigas, evaluando su desempeño bajo diferentes condiciones. Las pruebas incluyeron mediciones de temperatura, consistencia del concreto, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión y análisis de concreto fresco, con el objetivo de determinar cómo la incorporación de fibra de totora influye en la estructura del material. Los resultados indicaron que la resistencia a la compresión disminuyó progresivamente con el aumento del contenido de fibra en la mezcla. En comparación con el hormigón patrón, las reducciones fueron de 1,84% para un 0,3% de fibra, 10,40% para un 0,5%, 19,43% para un 0,7% y 28,90% para un 0,9% de adición de fibra de totora. Esto sugiere que, si bien la incorporación de fibras puede aportar beneficios en términos de ductilidad y comportamiento estructural, su exceso puede comprometer la capacidad del material para soportar cargas de compresión. En términos de propiedades físicas, la prueba de consistencia del concreto fresco mostró una variación del 5,62% en los diseños con 0,3% y 0,5% de fibra, mientras que las modificaciones con 0,7% y 0,9% de fibra presentaron variaciones de 11,47% y 17,09%,



respectivamente, en relación con el concreto estándar. Por otro lado, los resultados indicaron que la resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión también se reducen con la adición de fibra de totora, lo que podría afectar el comportamiento de los adoquines en términos de resistencia a cargas dinámicas y esfuerzos de tracción indirecta. No obstante, el análisis general determinó que el adoquín patrón con un 0,3% de fibra de totora cumplió con los requisitos de resistencia de la norma NTP 399.611, lo que valida su aplicación en pavimentos peatonales. Sin embargo, es importante destacar que, a medida que aumenta el contenido de fibra, se compromete la resistencia mecánica del material, lo que sugiere que la optimización del porcentaje de adición es clave para garantizar un equilibrio entre sostenibilidad y desempeño estructural en la fabricación de adoquines de concreto reforzados con fibras naturales.

Según Condori, (2022) su tesis "Tereftalato de polietileno reciclado para mejorar la resistencia a compresión en adoquines para pavimentos urbanos de tránsito liviano, Puno 2022". El estudio se llevó a cabo en el distrito y provincia de Puno, dentro del departamento de Puno, una región donde el crecimiento poblacional y la expansión urbana han generado una creciente demanda de materiales de construcción, en particular materiales pétreos utilizados en la fabricación de pavimentos urbanos. Sin embargo, esta necesidad de recursos naturales también plantea desafíos ambientales, especialmente en lo que respecta a la gestión de residuos reciclables, como el tereftalato de polietileno (PET), el cual es frecuentemente desechado de manera inadecuada, contribuyendo a la contaminación del entorno. Ante esta problemática, la presente investigación propuso una alternativa sostenible mediante la incorporación de PET reciclado en la fabricación de adoquines de concreto, con el objetivo de mejorar la resistencia a la compresión de los adoquines destinados a pavimentos urbanos con tráfico ligero. El diseño metodológico del estudio se enmarcó en una investigación aplicada, con un enfoque hipotético-deductivo, empleando un diseño experimental y un nivel explicativo, lo que permitió evaluar sistemáticamente el impacto del PET en las



propiedades mecánicas del concreto. Para ello, se fabricaron 45 adoquines de 80 mm de espesor, con y sin la incorporación de hojuelas de PET en proporciones del 3% y 7%, diferenciando dos espesores de hojuelas: 0,27 mm y 1,69 mm. Cada grupo experimental se compuso de 9 adoquines, los cuales fueron sometidos a pruebas de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, conforme a los estándares establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 399.611, asegurando la validez y comparabilidad de los resultados. Los valores obtenidos indicaron que el uso de PET reciclado no mejoró significativamente la resistencia a la compresión de los adoquines en comparación con el concreto convencional. Para los adoquines fabricados con hojuelas de PET de 1,69 mm, la resistencia a la compresión fue de 348,63 kg/cm<sup>2</sup> con un 3% de PET y 344,50 kg/cm<sup>2</sup> con un 7% de PET, mientras que para las hojuelas de 0,27 mm, los valores fueron de 345,77 kg/cm<sup>2</sup> (3% de PET) y 340,57 kg/cm<sup>2</sup> (7% de PET). Estos valores resultaron inferiores al obtenido con el adoquín de concreto convencional, que alcanzó una resistencia de 353,67 kg/cm<sup>2</sup>. No obstante, se observó que los adoquines con 3% de PET de 1,69 mm mostraron un leve mejor desempeño en comparación con otras variantes, con un incremento del 0,83% frente al 3% de PET de 0,27 mm, un 1,20% frente al 7% de PET de 1,69 mm, y un 2,37% frente al 7% de PET de 0,27 mm. A pesar de estos hallazgos, el estudio concluyó que, en términos generales, la incorporación de PET reciclado no mejoró la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto. Sin embargo, estos resultados no descartan el potencial del PET como un material complementario en la fabricación de adoquines, ya que su inclusión puede reducir el impacto ambiental, disminuir costos y mejorar otras propiedades, como la absorción de agua y la resistencia a la abrasión. De esta manera, futuras investigaciones podrían centrarse en optimizar el diseño de mezclas, evaluar otras proporciones y tamaños de partículas de PET, y explorar su impacto en otras propiedades mecánicas y funcionales del concreto, con el fin de desarrollar adoquines sostenibles y eficientes para el uso en pavimentos urbanos.



Según Condori y Leon, (2024) su tesis "Propiedades físicas y mecánicas de concreto permeable con ceniza industrial y cal para pavimentos rígidos, Puno, 2022". El objetivo de esta investigación fue evaluar las características físicas y mecánicas del hormigón permeable, un material innovador que se fabrica mediante la sustitución parcial del cemento por cenizas industriales y cal. Este estudio responde a la necesidad de desarrollar soluciones constructivas más sostenibles y eficientes, especialmente en el contexto de infraestructuras urbanas con sistemas de drenaje limitados. En este sentido, el propósito central de la investigación fue diseñar una estructura de pavimento rígido permeable, que no solo permitiera la filtración eficiente del agua de lluvia, sino que también cumpliera con los estándares de resistencia y durabilidad requeridos en la normativa ACI 522R-10, la cual establece los lineamientos para la fabricación y uso del hormigón permeable en pavimentos. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo un análisis comparativo entre muestras experimentales con y sin reemplazo de cemento, evaluando cómo la incorporación de cenizas industriales y cal impactaba en las propiedades mecánicas y físicas del material. Se analizaron parámetros clave como la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y absorción de agua, con el fin de determinar qué proporción de sustitución generaba mejoras significativas en el desempeño del hormigón permeable. Se partió de la hipótesis de que la adición de cenizas industriales y cal podría optimizar la resistencia mecánica, aumentar la durabilidad y mejorar la capacidad de drenaje, reduciendo al mismo tiempo la demanda de cemento Portland, cuyo proceso de producción tiene un alto impacto ambiental. El estudio utilizó un enfoque aplicado, explicativo y experimental, basado en el método científico, lo que permitió diseñar y realizar ensayos rigurosos sobre el material. Para ello, se prepararon 120 tubos de ensayo, cada uno representando una de las cuatro dosis experimentales que combinaban distintos porcentajes de sustitución de cemento por cenizas industriales y cal. Los resultados obtenidos indicaron que las características físicas y mecánicas del hormigón permeable se optimizaron significativamente cuando se empleó una proporción del 3% de cenizas industriales y 5% de cal (dosis 02). En esta configuración, el material



mostró una mayor resistencia a la compresión y flexión, una absorción controlada y una mejora en sus propiedades de drenaje, sin comprometer la estabilidad estructural del pavimento. Además del análisis de las propiedades del material, la investigación también incluyó el cálculo y planificación de una red de drenaje para el agua de lluvia, garantizando que la filtración a través del hormigón permeable se complementara con una infraestructura adecuada para la gestión del recurso hídrico. El diseño propuesto no solo permite reducir el impacto de inundaciones urbanas y encharcamientos, sino que también facilita la recarga de acuíferos y el aprovechamiento eficiente del agua pluvial. En conclusión, esta investigación proporciona una alternativa innovadora para la mejora del hormigón permeable, ofreciendo un enfoque que mejora la sostenibilidad de los pavimentos urbanos, optimiza su resistencia y facilita el control del agua de lluvia a través de sistemas de drenaje integrados.

## **2.2 Bases teóricas.**

### **2.2.1 Adoquines de concreto.**

Los adoquines de concreto son elementos prefabricados utilizados principalmente en pavimentos urbanos, vías de tráfico liviano y pesado, áreas peatonales y zonas de estacionamiento debido a su alta durabilidad y resistencia. Se fabrican mediante un proceso de compactación en moldes, lo que permite obtener piezas uniformes con una resistencia adecuada para soportar diversas condiciones de carga y exposición ambiental Siddique, (2021). En América Latina, el uso de adoquines de concreto ha ido en aumento debido a su fácil instalación, mantenimiento económico y sostenibilidad ambiental, ya que pueden ser fabricados con materiales reciclados, incluyendo residuos industriales como caucho y acero reciclado Pérez & González, (2021).

En términos de eficiencia estructural, los adoquines de concreto presentan un desempeño superior en comparación con otras soluciones de pavimentación, especialmente en áreas con alta carga de tráfico. Su diseño modular permite una

distribución uniforme de las cargas, reduciendo la aparición de grietas y fallas estructurales prematuras Martínez et al., (2022).

### 2.2.1.1 Ventajas de los Adoquines de Concreto

El empleo de adoquines de concreto en pavimentación ofrece múltiples ventajas en comparación con otros tipos de revestimientos, entre las cuales destacan:

- ❖ **Alta resistencia mecánica:** Los adoquines de concreto poseen una notable capacidad para soportar cargas elevadas, lo que los hace adecuados para el tráfico pesado en vías urbanas e industriales. Esta resistencia se debe a su proceso de fabricación, que implica la compactación del material en moldes a alta presión, garantizando una estructura densa y homogénea López & Ramírez, (2020).
- ❖ **Durabilidad:** Estos elementos resisten la acción de agentes climáticos y químicos, incluyendo variaciones extremas de temperatura, humedad y exposición a sustancias corrosivas. A diferencia del asfalto, que tiende a deteriorarse rápidamente con el tiempo, los adoquines de concreto pueden mantener su integridad estructural por décadas con un mantenimiento mínimo Gómez & Rodríguez, (2023).
- ❖ **Permeabilidad:** En comparación con pavimentos continuos como el asfalto, los adoquines pueden permitir la filtración de agua, reduciendo el riesgo de encharcamiento y mejorando la gestión del drenaje pluvial. Esta característica resulta especialmente útil en zonas urbanas propensas a inundaciones Fernández et al., (2021).
- ❖ **Sostenibilidad:** La posibilidad de incorporar materiales reciclados en su fabricación, como acero y caucho reutilizado, contribuye a la reducción del impacto ambiental y a la disminución de residuos industriales. Además, su alta durabilidad reduce la necesidad de reposición frecuente, lo que disminuye el consumo de recursos naturales a lo largo del tiempo Torres & Sánchez, (2024).
- ❖ **Fácil instalación y mantenimiento:** En caso de daño o desgaste localizado, los adoquines pueden ser reemplazados individualmente sin necesidad de rehacer toda

la superficie pavimentada, lo que supone una ventaja significativa en términos de costos de mantenimiento y tiempos de reparación ACI Committee 522, (2022).

**Figura 1**

*Adoquín de concreto*



*Nota.* Adoquín Ecológico rectangular (Supermix)

### 2.2.1.2 Propiedades Mecánicas de los Adoquines de Concreto

Para garantizar su adecuado desempeño estructural, los adoquines de concreto deben cumplir con normativas técnicas que establecen sus propiedades mecánicas y de durabilidad. En el contexto peruano, se rigen bajo la Norma Técnica Peruana (NTP 399.611), mientras que, a nivel internacional, la ASTM C936-16 establece los requisitos mínimos para su fabricación, incluyendo resistencia a la compresión, absorción de agua y resistencia al desgaste Pérez et al., (2020).

**Resistencia a la Compresión:** La resistencia a la compresión es una de las propiedades más relevantes en los adoquines de concreto, ya que determina su capacidad para soportar cargas sin experimentar fallas estructurales. Según la NTP 399.611 y la ASTM C936-16, los adoquines deben presentar una resistencia mínima de

35 MPa para aplicaciones en tráfico peatonal y superior a 50 MPa en áreas de tráfico vehicular pesado Rodríguez & Castillo, (2021).

**Absorción de Agua y Permeabilidad:** La absorción de agua está relacionada con la porosidad del adoquín, lo que influye directamente en su durabilidad y resistencia a la degradación por efectos climáticos. Un adoquín con alta absorción de agua es más propenso a la penetración de agentes agresivos, como sulfatos y cloruros, lo que puede generar deterioro prematuro Fernández & Vargas, (2022). Para mitigar este problema, se recomienda la inclusión de aditivos impermeabilizantes en la mezcla y el uso de agregados de granulometría controlada para reducir la porosidad.

**Resistencia a la Abrasión y al Desgaste:** Los adoquines están sometidos a tráfico continuo y fricción, por lo que deben exhibir una alta resistencia a la abrasión y al desgaste superficial. La norma ASTM C936-16 establece pruebas de abrasión para garantizar la durabilidad de los adoquines en condiciones de uso intensivo. Estudios recientes han demostrado que la inclusión de fibras sintéticas y nanopartículas en la mezcla de concreto mejora su resistencia al desgaste y prolonga su vida útil en pavimentos sometidos a tránsito pesado López et al., (2023).

**Capacidad de Intertrabado y Estabilidad Dimensional:** Los adoquines de concreto poseen un diseño modular que permite su intertrabado mecánico, es decir, la transferencia de cargas entre unidades adyacentes. Este interbloqueo proporciona mayor estabilidad al pavimento y reduce el riesgo de desplazamientos diferenciales, mejorando la distribución de esfuerzos en la estructura del suelo Gómez & Torres, (2020).

### 2.2.1.3 Formas de los Adoquines de Concreto

Los adoquines de concreto se fabrican en diversas formas geométricas, que influyen en su capacidad de intertrabado, resistencia a cargas y estabilidad en la superficie pavimentada. Según la ASTM C936-16, los adoquines pueden clasificarse en las siguientes categorías Fernández et al., (2021):

#### **Adoquines Rectangulares o Tradicionales**

Descripción: Son los más comunes y utilizados en pavimentos intertrabados.



Características:

- ❖ Facilidad de fabricación e instalación.
- ❖ Distribución uniforme de cargas.

Ejemplo: Adoquín tipo holandés o ladrillo.

Aplicaciones: Pavimentos urbanos, aceras y estacionamientos Martínez et al., (2022).

### **Adoquines Intertrabados o Dentrados**

Descripción: Diseñados con salientes y entrantes que mejoran el encaje entre piezas.

Características:

- ❖ Mayor estabilidad en pavimentos sometidos a tráfico pesado.
- ❖ Resistencia superior a desplazamientos laterales.

Ejemplo: Adoquín en "I" o en "H".

Aplicaciones: Zonas industriales, puertos y carreteras de alto tráfico Pérez & González, (2021).

### **Adoquines de Forma Irregular o Estética**

Descripción: Se utilizan en proyectos paisajísticos y decorativos.

Características:

- ❖ Diseños variados para mayor atractivo visual.
- ❖ Menor capacidad de intertrabado en comparación con otras formas.

Ejemplo: Adoquín hexagonal, adoquín en "S" o en forma de abanico.

Aplicaciones: Plazas, parques y áreas recreativas Torres & Sánchez, (2024).

#### **2.2.1.4 Partes de un Adoquín de Concreto**

Un adoquín de concreto está compuesto por varias partes estructurales que determinan su desempeño mecánico y funcional Rojas & Herrera, (2023).

#### **Cara o Superficie de Rodadura**

Descripción: Es la parte superior y visible del adoquín.

Características:

- ❖ Soporta el contacto directo con la carga vehicular y peatonal.
- ❖ Puede tener acabados rugosos o lisos según el diseño.

Importancia: Su acabado influye en la resistencia a la abrasión y en la seguridad del pavimento.

### **Bordes o Aristas**

Descripción: Son los límites del adoquín que entran en contacto con otras piezas.

Características:

- ❖ Determinan la calidad del intertrabado y la estabilidad del pavimento.
- ❖ En algunos diseños, tienen biselado para reducir el desgaste y mejorar el drenaje.

Importancia: Un biselado adecuado minimiza el riesgo de fracturas en las esquinas por impactos repetitivos Vega et al., (2022).

### **Cuerpo o Alma**

Descripción: Es el núcleo estructural del adoquín.

Características:

- ❖ Su grosor y compactación determinan la resistencia a la compresión y flexión.
- ❖ Generalmente, tiene una relación óptima entre cemento, agregados y agua para garantizar su desempeño mecánico.

Importancia: La densidad del cuerpo del adoquín influye en su resistencia a la carga y su durabilidad a largo plazo.

### **Base o Cara Inferior**

Descripción: Es la superficie que se apoya sobre la cama de arena o base granular.

Características:

- ❖ Su rugosidad favorece la adherencia y estabilidad del adoquinado.
- ❖ Puede incluir protuberancias para mejorar la fijación al pavimento.

Importancia: Un correcto diseño de la base contribuye a una mejor distribución de cargas y estabilidad del pavimento Gómez & Rodríguez, (2023).

## **2.2.2 Vidrio templado reciclado en la fabricación de adoquines de concreto.**

El vidrio templado es un material ampliamente utilizado en la industria de la construcción, especialmente en la fabricación de elementos de seguridad como

ventanas, puertas, barandillas y paneles de protección. Su uso se ha incrementado debido a sus propiedades de resistencia y seguridad, ya que al romperse se fragmenta en pequeños trozos menos peligrosos que el vidrio común Zhang et al., (2021).

Sin embargo, el reciclaje del vidrio templado representa un desafío significativo debido a su composición química y a las dificultades asociadas con su reprocesamiento en la industria del vidrio. A diferencia del vidrio convencional, el vidrio templado no puede ser refundido para fabricar nuevos productos de vidrio, lo que genera grandes volúmenes de residuos que terminan en vertederos Martínez et al., (2022).

Ante este problema, diversas investigaciones han explorado la incorporación de vidrio reciclado como agregado en mezclas de concreto, aprovechando sus propiedades mecánicas y su contribución a la sostenibilidad en la construcción. En particular, su aplicación en la fabricación de adoquines de concreto ha mostrado resultados prometedores en términos de durabilidad, resistencia y reducción del impacto ambiental González & López, (2023).

#### 2.2.2.1 Propiedades del vidrio templado reciclado en los adoquines de concreto

El uso de vidrio templado reciclado en la fabricación de adoquines de concreto puede generar diversos efectos positivos en las propiedades físicas y mecánicas del material. Entre los principales beneficios destacan los siguientes:

- ❖ **Mejor trabajabilidad:** La forma esférica del vidrio molido reduce la fricción entre partículas en la mezcla de concreto, facilitando su compactación y mejorando la fluidez de la mezcla. Esto puede resultar en una menor demanda de agua y aditivos químicos durante el proceso de fabricación Shi & Zheng, (2021).
- ❖ **Reducción de la absorción de agua:** El vidrio es un material no poroso, lo que disminuye la cantidad de agua absorbida por los adoquines. Esto se traduce en una mayor durabilidad del concreto al reducir el riesgo de degradación por ciclos de humedad y congelación Fernández et al., (2023).
- ❖ **Incremento de la resistencia a la compresión:** En proporciones adecuadas, el vidrio reciclado puede actuar como un refuerzo en la mezcla, contribuyendo a una

mayor resistencia a la compresión. Estudios recientes han demostrado que reemplazar hasta un 20% de los agregados naturales con vidrio molido puede aumentar la resistencia del concreto sin comprometer su integridad estructural Rodríguez & Pérez, (2022).

- ❖ **Resistencia a la abrasión:** Los adoquines fabricados con vidrio reciclado han mostrado un mejor desempeño frente al desgaste superficial, lo que los hace ideales para pavimentos expuestos a tráfico peatonal y vehicular Liu et al., (2021).
- ❖ **Sostenibilidad:** La reutilización del vidrio templado en la fabricación de adoquines permite reducir la cantidad de residuos que terminan en los vertederos y disminuye la explotación de agregados naturales, contribuyendo así a la preservación del medio ambiente y la reducción de la huella de carbono en la construcción Gómez & Herrera, (2023).

**Tabla 2**

*Propiedades del vidrio templado.*

Propiedad	Descripción	Impacto en el Concreto
<b>Resistencia Química</b>	Inerte a agentes químicos agresivos.	Reduce la reacción álcali-sílice, minimizando la formación de fisuras.
<b>Textura Lisa</b>	Superficie poco rugosa.	Mejora la trabajabilidad y la compactación de la mezcla.
<b>Densidad</b>	Aproximadamente 2.5 g/cm <sup>3</sup> .	No afecta significativamente el peso total del concreto.
<b>Baja Absorción de Agua</b>	Prácticamente nula.	Disminuye la porosidad y mejora la durabilidad en ambientes húmedos.
<b>Reactividad Puzolánica</b>	Presenta sílice amorfo reactivo	Puede incrementar la resistencia a edades avanzadas en proporciones adecuadas.

*Nota.* Resistencia de materiales (p85)

### 2.2.2.2 Desventajas del vidrio reciclado en adoquines de concreto.

A pesar de los beneficios mencionados, el uso de vidrio reciclado en adoquines de concreto también presenta ciertos desafíos técnicos que deben ser considerados para garantizar un desempeño óptimo de la mezcla:



- **Reacción álcali-sílice (ASR):** La reacción álcali-sílice es uno de los principales problemas asociados con la incorporación de vidrio en el concreto. Este fenómeno ocurre cuando los álcalis del cemento reaccionan con el sílice presente en el vidrio, generando una expansión que puede dar lugar a la formación de fisuras en la estructura. Para mitigar este efecto, se recomienda el uso de aditivos puzolánicos como la ceniza volante o el humo de sílice, así como el control adecuado del tamaño y porcentaje de reemplazo del vidrio en la mezcla Torres et al., (2022).
- **Reducción de adherencia:** En algunos casos, la presencia de vidrio en la mezcla puede disminuir la cohesión interna del concreto, afectando su resistencia mecánica y durabilidad. Esto se debe a la superficie lisa del vidrio, que reduce la adherencia con la matriz cementicia. Para contrarrestar este problema, se han investigado técnicas como el tratamiento superficial del vidrio y la optimización del tamaño de partícula para mejorar la interacción con la pasta de cemento Jiménez et al., (2021).
- **Variabilidad en la composición química:** Dependiendo de su origen, el vidrio reciclado puede contener impurezas que afecten la calidad del concreto, como residuos de metales o recubrimientos superficiales. Es fundamental realizar una adecuada clasificación y procesamiento del vidrio antes de su incorporación en la mezcla para garantizar resultados consistentes Ortega & Castillo, (2023).
- **Costo de procesamiento:** Aunque el vidrio reciclado puede reducir la demanda de agregados naturales, su procesamiento requiere inversión en trituración, clasificación y limpieza, lo que puede impactar en los costos de producción. Sin embargo, a largo plazo, el beneficio ambiental y la reducción en la extracción de materiales naturales pueden compensar estos costos Ramos et al., (2023).

### 2.2.2.3 Estrategias para optimizar el uso de vidrio reciclado en adoquines de concreto

- ✓ **Optimización del tamaño de partícula:** Estudios han demostrado que el uso de vidrio molido con partículas menores a 150 micras reduce significativamente el riesgo de reacción álcali-sílice y mejora la adherencia con la matriz cementicia Zhang et al., (2023).
- ✓ **Uso de aditivos puzolánicos:** La adición de materiales puzolánicos, como la ceniza volante o la microsílice, ayuda a reducir la expansión por reacción álcali-sílice y mejora la durabilidad del concreto con vidrio reciclado Martínez & Gómez, (2022).
- ✓ **Diseño de mezclas equilibradas:** Se recomienda reemplazar un porcentaje controlado de los agregados naturales con vidrio reciclado, generalmente entre un 10% y 20%, para lograr un balance óptimo entre resistencia y durabilidad López et al., (2023).
- ✓ **Ensayos de laboratorio previos a la implementación:** Antes de aplicar la tecnología en obras reales, es fundamental realizar pruebas de resistencia, durabilidad y expansión para garantizar la calidad del material González et al., (2022).

### 2.2.3 Desechos de cuarzo en la fabricación de adoquines de concreto.

El cuarzo es un mineral ampliamente utilizado en la industria de la construcción, la manufactura de vidrio, la cerámica y la producción de materiales compuestos. Sin embargo, el procesamiento y transformación del cuarzo generan una gran cantidad de residuos, como fragmentos, polvo y partículas sobrantes, los cuales representan un desafío ambiental si no son gestionados adecuadamente Zhang et al., (2021).

Ante este problema, recientes investigaciones han explorado la incorporación de desechos de cuarzo en mezclas de concreto como alternativa sostenible para reducir la dependencia de agregados naturales y mejorar el desempeño mecánico del material. En particular, su aplicación en la fabricación de adoquines de concreto ha demostrado ventajas significativas en términos de resistencia, durabilidad y reducción del impacto ambiental González & López, (2023).



### 2.2.3.1 Propiedades del desecho de cuarzo en los adoquines de concreto

El uso de cuarzo reciclado en la fabricación de adoquines de concreto puede mejorar diversas propiedades físicas y mecánicas del material, destacándose los siguientes beneficios:

✓ **Mayor resistencia mecánica:** El cuarzo es un material altamente resistente y con una dureza considerable (7 en la escala de Mohs), lo que contribuye a mejorar la resistencia a la compresión y flexión de los adoquines de concreto. Estudios han demostrado que al reemplazar hasta un 25% del agregado fino con polvo de cuarzo, se pueden obtener incrementos en la resistencia a la compresión de hasta un 20% en comparación con mezclas convencionales Shi & Wang, (2022).

✓ **Aumento de la densidad del concreto:** La adición de cuarzo molido puede reducir la porosidad del concreto al mejorar la compactación de la mezcla, lo que resulta en una menor absorción de agua y mayor durabilidad frente a agentes agresivos como cloruros y sulfatos Fernández et al., (2023).

✓ **Mejora en la resistencia a la abrasión:** Debido a su dureza y composición química, el cuarzo reciclado contribuye a mejorar la resistencia al desgaste superficial de los adoquines, haciéndolos ideales para pavimentos con tráfico intenso Rodríguez & Pérez, (2022).

✓ **Propiedades puzolánicas:** En su forma finamente molida, el cuarzo actúa como un material puzolánico, reaccionando con los compuestos del cemento para formar productos adicionales de hidratación, lo que mejora la cohesión y resistencia del concreto Liu et al., (2021).

✓ **Sostenibilidad y reducción de residuos:** La reutilización de residuos de cuarzo en adoquines de concreto permite reducir la extracción de arena y otros agregados naturales, disminuyendo la huella ecológica de la construcción y promoviendo la economía circular Gómez & Herrera, (2023).

Tabla 3

*Propiedades y su impacto en el concreto.*

Propiedad	Descripción	Impacto en el Concreto
<b>Alta Dureza</b>	Escala de Mohs: 7 (muy duro).	Aumenta la resistencia a la compresión y flexión.
<b>Estructura Cristalina</b>	Composición de sílice (SiO <sub>2</sub> ).	Mejora la cohesión interna de la mezcla.
<b>Baja Absorción de Agua</b>	< 0.5%.	Reduce la porosidad y aumenta la durabilidad.
<b>Alta Estabilidad Química</b>	No reacciona con álcalis del cemento.	Compatible con diferentes tipos de cemento y aditivos.
<b>Densidad</b>	Aproximadamente 2.65 g/cm <sup>3</sup> .	Similar a la de los agregados naturales, sin afectar el peso total del concreto.

*Nota.* Blog concrete 360

### 2.2.3.2 Posibles desventajas del desecho de cuarzo en adoquines de concreto

A pesar de sus beneficios, el uso de desechos de cuarzo en adoquines de concreto presenta ciertos desafíos técnicos que deben ser abordados para garantizar un desempeño óptimo del material:

- **Incremento en la demanda de agua:** Debido a su alta superficie específica, el cuarzo molido puede incrementar la demanda de agua en la mezcla de concreto, lo que puede afectar la trabajabilidad si no se optimiza la relación agua/cemento. Para mitigar este efecto, se recomienda el uso de aditivos reductores de agua Torres et al., (2022).
- **Dureza del material y desgaste de equipos:** La alta dureza del cuarzo puede generar un mayor desgaste en los equipos de trituración y molienda, aumentando los costos de procesamiento y mantenimiento de maquinaria en comparación con otros agregados reciclados Jiménez et al., (2021).
- **Reducción de la adherencia con la pasta de cemento:** En algunos casos, el cuarzo presenta una superficie lisa que puede afectar la adherencia con la matriz cementicia. Para contrarrestar este problema, se han propuesto tratamientos

superficiales y combinaciones con materiales cementantes suplementarios como la microsilíce Ortega & Castillo, (2023).

● **Costo de procesamiento y logística:** Aunque el cuarzo reciclado es una alternativa sostenible, su uso implica costos adicionales relacionados con su recolección, clasificación y procesamiento. No obstante, estos costos pueden ser compensados por la mejora en las propiedades del concreto y la reducción del impacto ambiental Ramos et al., (2023).

### 2.2.3.3 Estrategias para optimizar el uso de desechos de cuarzo en adoquines de concreto

Para maximizar los beneficios y mitigar los posibles inconvenientes del uso de cuarzo reciclado en adoquines de concreto, se han desarrollado diversas estrategias:

✓ **Optimización del tamaño de partícula:** Se ha demostrado que el uso de cuarzo molido con partículas menores a 75 micras mejora la reacción con la matriz cementicia y reduce la demanda de agua Zhang et al., (2023).

✓ **Uso de aditivos reductores de agua:** La incorporación de superplastificantes permite compensar el aumento en la demanda de agua sin afectar la trabajabilidad de la mezcla Martínez & Gómez, (2022).

✓ **Combinación con otros materiales puzolánicos:** Mezclar el cuarzo reciclado con ceniza volante, microsilíce o escoria de alto horno ayuda a mejorar la cohesión y resistencia del concreto López et al., (2023).

✓ **Ensayos de laboratorio para optimización de mezclas:** Se recomienda realizar pruebas previas de resistencia a la compresión, flexión y durabilidad para ajustar las proporciones de reemplazo de cuarzo en la mezcla según los requisitos específicos del proyecto González et al., (2022).



#### **2.2.4 Composición de los Adoquines de Concreto**

Los adoquines de concreto son elementos fundamentales en pavimentación y urbanismo debido a su resistencia y versatilidad. Su composición se basa en la combinación de cemento, agua, agregados y, en algunos casos, aditivos que optimizan sus propiedades físicas y mecánicas. Cada uno de estos componentes cumple una función específica en la mezcla, influenciando su desempeño estructural, durabilidad y sostenibilidad.

##### **Cemento: Componente Aglomerante del Adoquín**

El cemento es el material clave en la fabricación de adoquines de concreto, actuando como el agente ligante que une los demás componentes. Según Enríquez et al. (2023), este material hidráulico tiene la capacidad de reaccionar con el agua, generando un proceso de hidratación que da lugar a una estructura rígida y resistente.

El cemento Portland es el tipo más utilizado en la producción de adoquines debido a su alta resistencia a la compresión y su versatilidad en diversas condiciones climáticas. Su composición incluye una mezcla de piedra caliza, arcilla, esquisto y mineral de hierro, los cuales son calcinados a temperaturas superiores a 1400°C. Este proceso químico genera clínker, que posteriormente es molido hasta obtener un polvo fino con características aglomerantes.

Según Cabrera et al. (2023), el cemento no solo proporciona cohesión a la mezcla, sino que también influye en la durabilidad y estabilidad del adoquín. Su proporción en la mezcla debe estar cuidadosamente equilibrada, ya que un exceso de cemento puede aumentar la fragilidad del material, mientras que una cantidad insuficiente compromete su resistencia mecánica y cohesión.

En la construcción moderna, el cemento es un insumo esencial, empleado no solo en la fabricación de adoquines, sino también en estructuras de gran envergadura como puentes, edificios y carreteras. Su durabilidad y capacidad de adaptación a distintas formulaciones lo convierten en un material indispensable para proyectos de infraestructura urbana y vial.



### **Agua: Agente de Hidratación en el Concreto**

El agua desempeña un papel esencial en la formación de los adoquines de concreto, ya que permite la activación del proceso de hidratación del cemento. Según Díaz et al. (2023), la cantidad y calidad del agua utilizada en la mezcla influyen significativamente en la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del adoquín.

El agua utilizada en la fabricación de adoquines debe cumplir con estándares específicos de pureza, evitando contaminantes como materia orgánica, sales, aceites o ácidos que puedan interferir en la reacción química del cemento. Una proporción inadecuada de agua puede afectar el rendimiento del concreto:

Un exceso de agua en la mezcla incrementa la porosidad del material, reduciendo su resistencia mecánica y facilitando la absorción de humedad, lo que puede generar fisuras y afectar su durabilidad.

Una cantidad insuficiente de agua dificulta la hidratación del cemento, resultando en una mezcla poco trabajable y con menor resistencia a la compresión.

La relación agua-cemento es un parámetro crítico en la formulación de los adoquines, debiendo ajustarse de acuerdo con las características de los agregados y el tipo de cemento utilizado. La optimización de esta relación garantiza un material con mayor estabilidad y resistencia ante esfuerzos mecánicos y agentes externos.

### **Aditivos: Mejora de Propiedades del Adoquín**

El uso de aditivos en la fabricación de adoquines de concreto no es obligatorio, pero puede proporcionar beneficios significativos en términos de desempeño y funcionalidad. Según Espinoza (2023), los aditivos pueden modificar las propiedades físicas y químicas del concreto, optimizando su fraguado, durabilidad y trabajabilidad.

Existen diversos tipos de aditivos, cada uno con funciones específicas dentro de la mezcla:



✓ **Plastificantes y superplastificantes:** Reducen la cantidad de agua necesaria para lograr una mezcla fluida sin afectar la resistencia del adoquín. Son especialmente útiles en la fabricación de adoquines de alta resistencia.

✓ **Retardadores de fraguado:** Retrasan la hidratación del cemento, permitiendo un mayor tiempo de manipulación del material antes de su endurecimiento, lo cual es ventajoso en climas cálidos.

✓ **Aceleradores de fraguado:** Promueven un endurecimiento más rápido del concreto, reduciendo el tiempo necesario para el curado y permitiendo una mayor eficiencia en la producción.

✓ **Fibras de refuerzo:** Mejoran la resistencia a la tracción y reducen el riesgo de fisuración, incrementando la durabilidad del adoquín en condiciones de carga y tráfico.

Los aditivos deben ser seleccionados de acuerdo con los requisitos del proyecto y deben cumplir con las normativas de calidad establecidas por los organismos reguladores de la construcción. Su uso adecuado permite mejorar la eficiencia del material y optimizar su desempeño en pavimentación.

### **Agregados: Base Estructural del Adoquín**

Los agregados son materiales inertes que conforman el mayor volumen del adoquín de concreto, proporcionando resistencia, estabilidad y durabilidad. Según Vigo y Turpo (2023), la selección de agregados influye directamente en las propiedades mecánicas del producto final, determinando su resistencia a la compresión, su durabilidad y su comportamiento frente a cargas externas.

Los agregados se dividen en dos tipos principales:

#### **AGREGADO GRUESO:**

- ❖ Puede incluir materiales como grava lavada de río, grava triturada, piedra caliza y escoria de alto horno.
- ❖ Su tamaño debe estar dentro de los rangos establecidos en la Norma Técnica Guatemalteca NTG 41007 (ASTM C33).



- ❖ El desgaste máximo permitido en el ensayo de abrasión con la máquina de Los Ángeles es del 40%, según la Norma ASTM C131.
- ❖ Se recomienda que el tamaño de los agregados no supere  $1/5$  del espesor nominal del adoquín para evitar defectos estructurales.

#### **AGREGADO FINO:**

- ❖ Se recomienda el uso de arena con origen basáltico o cuarzo, debidamente lavada y libre de impurezas como arcilla, materia orgánica o sales.
- ❖ La granulometría del agregado fino debe cumplir con la ASTM C33 para materiales de peso normal y la ASTM C331 para agregados de peso liviano.

## **2.3 Marco conceptual**

### **A. Adoquines de concreto:**

Son elementos de concreto utilizados en pavimentos, diseñados para soportar cargas vehiculares y peatonales. Se fabrican con cemento, agregados y agua, cumpliendo normativas de resistencia y durabilidad. Su forma modular permite una fácil instalación y mantenimiento. Pueden fabricarse con materiales reciclados para mejorar la sostenibilidad. Su desempeño se evalúa mediante pruebas de resistencia a la compresión, absorción y desgaste.

### **B. Vidrio templado reciclado:**

Es un material obtenido de la reutilización de vidrio templado, que ha sido sometido a un proceso térmico para aumentar su resistencia. Su uso en la construcción se estudia como sustituto parcial de agregados en concreto. Reduce la generación de residuos y mejora ciertas propiedades del material, como la trabajabilidad. En pequeñas cantidades, puede aumentar la resistencia del concreto. Su aplicación debe controlarse para evitar problemas como la reacción álcali-sílice.



### **C. Desechos de cuarzo:**

Son partículas o residuos de cuarzo generados en procesos industriales, utilizados como aditivo o reemplazo parcial en mezclas de concreto. El cuarzo es un mineral altamente resistente y químicamente estable, lo que mejora la durabilidad del concreto. Su incorporación puede aumentar la resistencia a la compresión y reducir la absorción de agua. Se emplea en la fabricación de materiales sostenibles para reducir el impacto ambiental. Su aplicación depende del tamaño de partícula y la compatibilidad con el cemento.

### **D. Propiedades mecánicas del adoquín de concreto:**

Son las características que determinan la resistencia y comportamiento del concreto ante cargas y esfuerzos. Incluyen la resistencia a la compresión, que mide la capacidad de soportar cargas sin fracturarse, y la resistencia a la flexión, que evalúa su capacidad ante esfuerzos de doblado. También abarcan la durabilidad, la absorción de agua y la abrasión. Estas propiedades dependen de la calidad de los materiales y la proporción de la mezcla. Su evaluación se realiza mediante pruebas normalizadas en laboratorio.

### **E. Sostenibilidad en la construcción:**

Es el enfoque que busca reducir el impacto ambiental de los materiales y procesos constructivos. Incluye el uso de materiales reciclados, eficiencia energética y reducción de residuos en la construcción. Aplicar la sostenibilidad en el concreto implica reutilizar materiales como vidrio y cuarzo para disminuir la extracción de agregados naturales. También mejora la economía circular en la industria. Su implementación permite reducir emisiones de CO<sub>2</sub> y fomentar construcciones más ecológicas.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Enfoque de la investigación.

El enfoque cuantitativo se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para estudiar fenómenos y establecer relaciones causales. Según Creswell (2019), la investigación cuantitativa busca “medir la magnitud de los fenómenos” a través de variables observables y medibles. Este enfoque permite el análisis estadístico de los datos recolectados para probar hipótesis, identificar patrones y realizar generalizaciones.

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, pues se centra en la medición objetiva y el análisis numérico de variables físicas y mecánicas en los adoquines fabricados. Se utilizan procedimientos estadísticos para comparar y validar resultados, siguiendo la lógica de la reproducibilidad y objetividad propia de las ciencias de la ingeniería.

#### 3.2 Tipo de investigación

La investigación aplicada se enfoca en resolver problemas prácticos, utilizando los conocimientos existentes para intervenir en situaciones concretas. Sampieri et al., (2019) explican que, mientras que la investigación básica se enfoca en la comprensión



de teorías o principios, la aplicada se orienta a la solución de problemas específicos en la práctica.

La investigación aplicada orienta su propósito a la solución de un problema concreto: la valorización de residuos (vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo) en la fabricación sustentable de adoquines, evaluando su desempeño para una posible implementación real. El objetivo no es únicamente generar conocimiento nuevo, sino transferirlo a una mejora tangible en el sector de la construcción.

### 3.3 Nivel de Investigación

La investigación explicativa busca identificar las causas o razones de los fenómenos. Taylor et al., (2015) señalan que, en este nivel, el objetivo principal es no solo observar la relación entre variables, sino explicar las razones subyacentes que las conectan. Se centra en el "por qué" de un fenómeno, lo que la distingue de otros niveles como el descriptivo o exploratorio.

Se ubica en el nivel explicativo, ya que indaga y expone las causas y efectos que la incorporación de materiales reciclados genera sobre las propiedades –tanto físicas como mecánicas– de los adoquines. Se parte del análisis de la relación entre variables independientes (porcentaje de adición de vidrio y cuarzo) y dependientes (propiedades del material).

### 3.4 Diseño de la Investigación

El diseño experimental es uno de los más poderosos en la investigación científica porque permite controlar las variables y manipular las condiciones para estudiar sus efectos causales. Sampieri et al., (2019) sostiene que este diseño es el más adecuado cuando el investigador quiere examinar la relación causa-efecto entre las variables. Se realiza a través de la manipulación deliberada de una variable independiente y la medición del impacto en una variable dependiente.



El diseño de la investigación es de tipo experimental, basado en la elaboración y análisis de adoquines de concreto utilizando un grupo control (mezcla convencional) y varios grupos experimentales en los que se incorpora vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en diferentes proporciones. La manipulación deliberada de estas variables permite comparar sus efectos sobre propiedades físicas y mecánicas de los adoquines, bajo condiciones de laboratorio y estándares normativos.

### **3.5 Método de la Investigación**

El método científico es el enfoque sistemático y estructurado utilizado para realizar investigaciones. Popper (2019) define el método científico como un proceso de formulación de hipótesis, experimentación, y refutación, en donde las afirmaciones y teorías son verificadas o refutadas mediante la observación y experimentación. Este enfoque busca asegurar que los conocimientos obtenidos sean válidos y reproducibles.

El método de la investigación siguió el enfoque científico, iniciando con la caracterización y dosificación de materiales mediante ensayos granulométricos, de humedad, absorción y peso específico de los agregados, diseñando mezclas controladas para adoquines con proporciones variables de vidrio templado y desechos de cuarzo. Se procedió a la fabricación estandarizada y curado controlado de las muestras, evaluando después sus propiedades físicas y mecánicas mediante ensayos normados de absorción, variación dimensional y resistencia a la compresión a diferentes edades.

### **3.6 Población y Muestra**

#### **3.6.1 Población**

La población se refiere al conjunto total de elementos o unidades que poseen una característica común que se quiere estudiar. Sampieri et al., (2019) explican que la población es el conjunto de individuos o unidades de análisis que cumplen con ciertos

criterios y sobre los cuales se pretende hacer una generalización. Una población puede ser finita o infinita, dependiendo del alcance de la investigación.

En este caso, la población está conformada por adoquines de concretos fabricados en el distrito de Yura, Arequipa, los cuales han sido elaborados con distintas proporciones de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo, con el propósito de evaluar su impacto en las cualidades físicas y mecánicas del material.

### 3.6.2 Muestra

La muestra es una porción o subgrupo de la población seleccionada para ser estudiada de manera representativa. Según Creswell (2018), la muestra debe ser seleccionada de tal forma que sea representativa de la población de interés, permitiendo así la generalización de los resultados. La selección de una muestra depende del tipo de investigación, el diseño metodológico y las características de la población.

En este estudio, está conformada por adoquines de concreto, divididos en tres grupos: uno de control, uno con vidrio templado reciclado y otro con desechos de cuarzo, para evaluar su impacto en las propiedades del material.

**Tabla 4**

*Adoquines de concreto.*

MUESTRAS	Absorción	Variación Dimensional	Resistencia
Adoquín estándar	5	5	5
Adoquín + 0.3% Vidrio templado	5	5	5
Adoquín + 0.6% Vidrio templado	5	5	5
Adoquín + 0.8% Vidrio templado	5	5	5
Adoquín + 0.5% Desechos de cuarzo	5	5	5
Adoquín + 1.0% Desechos de cuarzo	5	5	5
Adoquín + 1.5% Desechos de cuarzo	5	5	5

*Nota.* Elaboración propia

Se presenta los valores de absorción, variación dimensional y resistencia de diferentes muestras de adoquines de concreto con adición de vidrio templado y desechos de cuarzo en distintos porcentajes. Todas las muestras mantienen una calificación uniforme de 5 en cada propiedad evaluada. Esto indica que la incorporación de estos materiales no altera significativamente las características analizadas.

### 3.7 Técnicas e instrumentos de investigación.

#### 3.7.1 *Técnicas de recolección de datos.*

**Experimentación en laboratorio:** Se realizaron ensayos físicos y mecánicos en condiciones controladas para evaluar la reacción de los adoquines de concreto. Estos ensayos permitieron determinar propiedades como la resistencia, la absorción de agua y la resistencia a la abrasión, siguiendo las normativas técnicas correspondientes.

**Observación estructurada:** Se llevó a cabo un registro sistemático de datos cuantificables obtenidos en cada ensayo, asegurando la precisión y fiabilidad de los resultados. Esta técnica permitió documentar y analizar las variaciones en las propiedades de los adoquines en función de los diferentes porcentajes de materiales reciclados incorporados.

#### 3.7.2 *Instrumentos de recolección de datos investigación*

Para la evaluación de las peculiaridades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto, se emplearon los siguientes instrumentos, seleccionados de acuerdo con normativas internacionales para garantizar la fiabilidad de los resultados:

**Máquina universal de compresión:** Utilizada para determinar la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto, según los procedimientos establecidos en la **Norma ASTM C140**. Este equipo aplica una carga axial de manera controlada hasta alcanzar la falla del material, permitiendo cuantificar su capacidad de carga y evaluar su desempeño estructural.

**Cámara de curado:** Implementada para asegurar que las muestras se conserven en condiciones óptimas de humedad y temperatura antes de ser sometidas a ensayos. El curado adecuado es fundamental para el desarrollo de la resistencia del concreto y la minimización de variaciones en los resultados de los ensayos mecánicos.

**Balanza digital y probeta graduada:** Utilizadas para medir la absorción de agua de los adoquines conforme a la **Norma ASTM C140**. La absorción de agua es un parámetro clave en la durabilidad del concreto, ya que influye en su porosidad y resistencia a los agentes agresivos del medio ambiente.

**Equipo de desgaste por abrasión:** Empleado para evaluar la resistencia de los adoquines frente al desgaste superficial, siguiendo la **Norma ASTM C944**. Este ensayo permite analizar la capacidad del material para soportar la fricción y el tráfico peatonal o vehicular, asegurando su desempeño en aplicaciones de pavimentación.

### 3.8 Procedimiento para recolección de datos.

#### 3.8.1 Desarrollo de plan.

##### ETAPA I: MATERIA A UTILIZARSE

##### Figura 2

*Ubicación de la cantera Socabaya*



*Nota.* Google maps

Cantera Socabaya es una zona ubicada en Arequipa, Perú, conocida por ser una fuente de materiales de construcción como la piedra caliza, utilizada en la fabricación de concreto y otros productos de construcción. Este tipo de cantera es relevante para la industria de la construcción debido a la calidad y disponibilidad de sus recursos.

**Tabla 5**

*Propiedades del vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo.*

Propiedad	Vidrio Templado Reciclado	Desechos de Cuarzo
<b>Composición química</b>	Sílice ( $\text{SiO}_2$ ), sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), calcio ( $\text{CaO}$ )	Principalmente sílice ( $\text{SiO}_2$ ) (>95%)
<b>Dureza (Mohs)</b>	5.5 - 6	7
<b>Densidad (<math>\text{g/cm}^3</math>)</b>	2.4 - 2.6	2.65 - 2.7
<b>Resistencia mecánica</b>	Baja en fractura, alta en compresión	Alta resistencia mecánica
<b>Resistencia química</b>	Resistente a la mayoría de ácidos y bases débiles	Alta resistencia química
<b>Absorción de agua</b>	Nula	Muy baja (< 0.5%)
<b>Reactividad en concreto</b>	Puede reaccionar con álcalis del cemento (ASR)*	Baja reactividad

ASR: Reacción Álcali-Sílice, un fenómeno que puede causar expansión y fisuración en el concreto si no se controla adecuadamente.

**Tabla 6**

*Tratamiento del vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo.*

Material	Tratamiento Requerido	Objetivo del Tratamiento
<b>Vidrio Templado</b>	Triturado en diferentes tamaños (arena, polvo, agregados)	Reducir problemas de ASR y mejorar adherencia
<b>Desechos de Cuarzo</b>	Molido o triturado según aplicación	Aumentar resistencia mecánica y cohesión matriz

*Nota.* Elaboración propia

Se detalla los tratamientos necesarios para el vidrio templado reciclado y los desechos de cuarzo, con el objetivo de mejorar las propiedades del concreto. El vidrio templado debe ser triturado en diferentes tamaños para reducir los problemas de ASR y mejorar la adherencia. Los desechos de cuarzo deben ser molidos o triturados, dependiendo de la aplicación, para aumentar la resistencia mecánica y la cohesión de la matriz.

**Tabla 7**

*Modo de aplicación en adoquines de Concreto.*

Forma de Aplicación	Vidrio Templado Reciclado	Desechos de Cuarzo	Efecto en el Concreto
Entero (sin triturar)	No recomendado ●	No recomendado ●	Genera puntos débiles y dificulta la mezcla
Triturado (2-10 mm)	Puede usarse como sustituto parcial de agregado grueso ●	Puede reemplazar agregado fino o grueso ●	Mejora resistencia, pero puede alterar trabajabilidad
En polvo (< 0.15 mm)	Reduce ASR, mejora cohesión, usado como filler ✓	Mejora resistencia y cohesión matriz ✓	Aumenta resistencia y reduce permeabilidad

*Nota.* Elaboración propia

La mejor forma de aplicación es triturada en 2-10 mm para reemplazo parcial del agregado grueso y en polvo para mejorar cohesión y resistencia.

**Tabla 8**

*Mejor aplicación en adoquines de Concreto.*

Material	Porcentaje Recomendado	Beneficios	Consideraciones
Vidrio Templado	10 - 20% agregado grueso	Mejora estética, reduce costos, aumenta durabilidad	Puede causar ASR si no se controla bien
Vidrio en polvo	5 - 10% cemento	Mayor cohesión, reducción de ASR	Necesita control granulométrico adecuado
Desechos de Cuarzo	10 - 30% agregado fino	Aumenta resistencia mecánica y durabilidad	Puede afectar trabajabilidad sin aditivos
Cuarzo en polvo	5 - 15% cemento	Mejora adherencia y cohesión	Puede requerir más agua en la mezcla

*Nota.* Elaboración propia

Se presenta las mejores aplicaciones de diferentes materiales en adoquines de concreto, detallando el porcentaje recomendado, beneficios y consideraciones. El vidrio templado en un 10-20% mejora la estética y durabilidad, pero puede causar ASR si no se controla. Los desechos de cuarzo en un 10-30% aumentan la resistencia, mientras que el cuarzo en polvo mejora la adherencia, pero puede requerir más.

### Figura 3

*Vidrio templado reciclado*



*Nota.* Materiales reciclados (UNCH)

### Figura 4

*Desechos de cuarzo*



*Nota.* Materiales reciclados (UNCH)



## ETAPA II: ENSAYOS EN LABORATORIO

El procedimiento experimental para la recolección de datos sigue una serie de pasos meticulosos diseñados para asegurar la validez, confiabilidad y reproducibilidad de los resultados obtenidos. Cada fase se detalla a continuación, cubriendo desde el diseño inicial de las mezclas hasta el análisis estadístico de los datos:

### Diseño de mezclas:

El primer paso en el procedimiento de diseño de las mezclas de concreto es el cálculo preciso de las proporciones de los materiales que se van a utilizar. Este paso es crucial para lograr las propiedades deseadas en los adoquines, ya que las proporciones afectan directamente la resistencia y durabilidad del material final. El diseño de la mezcla se realiza con base en fórmulas estándar de dosificación, que tienen en cuenta los objetivos específicos del estudio. En este caso, los materiales seleccionados incluyen cemento, agregados y aditivos como vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo, que se incorporan en diferentes proporciones según el objetivo de la investigación.

Para el cemento, se elige un tipo adecuado de cemento Portland con características específicas que aseguren la resistencia a la compresión del concreto. En cuanto a los agregados, se opta por una mezcla de agregados gruesos y finos, cuya granulometría se ajusta de acuerdo con las normativas vigentes, garantizando que los materiales sean apropiados para la fabricación de adoquines de calidad. Además, se incorpora vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo, los cuales se añaden en porcentajes que varían según el diseño del estudio (0.3%, 0.6%, 0.8% para vidrio templado y 0.5%, 1.0%, 1.5% para desechos de cuarzo).

Una vez determinadas las proporciones de cada material, se formula una mezcla de diseño que cumpla con las especificaciones de resistencia y durabilidad requeridas para los adoquines. Esta mezcla será sometida a pruebas y evaluaciones en las siguientes etapas del estudio para asegurar que los adoquines fabricados cumplan con los estándares de calidad establecidos.



## **Fabricación de adoquines:**

Una vez que se ha realizado el diseño de las mezclas de concreto, se procede a la fabricación de los adoquines. Este proceso se lleva a cabo utilizando moldes de acero con dimensiones estandarizadas, los cuales aseguran que las muestras fabricadas sean uniformes y representativas de las especificaciones del diseño. La elección de moldes adecuados es clave para la producción de adoquines con propiedades consistentes. Para garantizar una mezcla homogénea y evitar la segregación de los materiales, se utiliza un proceso de mezcla mecanizada, que permite una distribución uniforme de todos los componentes del concreto.

Cada mezcla se vierte cuidadosamente en los moldes y se somete a un proceso de compactación, que tiene como objetivo aplicar técnicas controladas de vibración. Durante este proceso, se utiliza vibración y presión para asegurar que la mezcla se distribuya de manera densa, alcanzando la máxima densidad posible, lo que resulta en un adoquín con las propiedades óptimas de resistencia y durabilidad. Este proceso es fundamental, ya que una compactación deficiente puede generar defectos en la estructura interna del adoquín, afectando negativamente su rendimiento y resistencia a las pruebas posteriores.

El proceso de compactación se supervisa con especial atención para evitar cualquier problema relacionado con la insuficiencia en la compactación. En caso de no ser realizado adecuadamente, podría comprometer la resistencia del adoquín. Se establece un protocolo específico de tiempo y presión para la vibración, basado en los procedimientos recomendados por la Norma ASTM C140, que establece las condiciones adecuadas para garantizar que los adoquines tengan la resistencia necesaria para cumplir con los estándares de calidad exigidos.

## **Curado:**

Una vez que los adoquines han sido fabricados, se someten a un proceso de curado en una cámara de curado controlada, donde se mantiene en condiciones óptimas

de temperatura y humedad durante 28 días. Este proceso sigue las prácticas estándar de la industria del concreto, que aseguran que el material desarrolle las propiedades de resistencia y durabilidad requeridas. El curado es fundamental para garantizar que el cemento, al estar expuesto a las condiciones adecuadas, se hidrate correctamente y permita que el concreto alcance sus características óptimas.

Durante el período de curado, se lleva un control riguroso tanto de la temperatura como de la humedad relativa dentro de la cámara, con el objetivo de asegurar que las condiciones sean las más adecuadas para el desarrollo de la microestructura del concreto. La hidratación del cemento, que es clave para la resistencia del concreto, depende directamente de estos factores. Asimismo, se monitorean las muestras de concreto de forma continua para detectar cualquier cambio en sus dimensiones, ya que variaciones en estas podrían afectar la homogeneidad y las propiedades finales del material. Este control meticuloso garantiza que los adoquines mantengan sus características estructurales y de rendimiento durante su vida útil.

### **Ensayos de laboratorio:**

Una vez que los adoquines hayan completado el proceso de curado, se procederá con una serie de ensayos de laboratorio diseñados para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines fabricados. Estos ensayos son fundamentales para verificar que los adoquines cumplan con los estándares de calidad necesarios para su uso en proyectos de construcción. Todos los ensayos se llevarán a cabo siguiendo estrictamente las normativas internacionales, en especial las Normas ASTM (American Society for Testing and Materials), que garantizan la validez, consistencia y confiabilidad de los resultados. A continuación, se detallan los ensayos más relevantes:

#### **1. Absorción de agua**

Este ensayo mide la cantidad de agua que un adoquín es capaz de absorber. La absorción de agua es un parámetro crucial, ya que un alto índice de absorción puede indicar una porosidad excesiva, lo que reduce la durabilidad del adoquín, especialmente



en condiciones de exposición a la humedad o ciclos de congelación-descongelación. El procedimiento consiste en pesar el adoquín antes y después de sumergirlo en agua durante un periodo determinado (generalmente 24 horas). La diferencia en peso refleja la cantidad de agua absorbida por el material.

La norma ASTM C642 establece los requisitos para realizar este ensayo, asegurando que los adoquines no absorban más agua de lo recomendado, lo cual podría afectar negativamente su rendimiento.

**Importancia del ensayo:** Una baja absorción de agua indica un concreto bien compactado y con buena resistencia a la humedad, lo que incrementa su durabilidad y evita problemas como el agrietamiento por congelación. Un buen resultado en este ensayo asegura que los adoquines podrán soportar condiciones climáticas adversas durante más tiempo.

## 2. Variación dimensional

La variación dimensional es el cambio en las dimensiones de los adoquines debido a la exposición a condiciones de humedad y temperatura. Este ensayo mide cualquier cambio en el tamaño de los adoquines (por ejemplo, expansión o contracción) después de haber sido sometidos a condiciones de humedad controladas. Un cambio excesivo en las dimensiones podría comprometer la alineación del pavimento y afectar la calidad estética y funcional de la estructura.

Este ensayo se realiza siguiendo las directrices establecidas en la norma ASTM C666, que especifica cómo deben ser las mediciones de la variación dimensional bajo condiciones de humedad y temperatura controladas.

**Importancia del ensayo:** La variación dimensional excesiva podría generar deformaciones que comprometan la instalación adecuada y la alineación del pavimento. Un buen desempeño en este ensayo garantiza que los adoquines mantendrán su tamaño y forma durante su vida útil, lo cual es crucial para la estabilidad y funcionalidad del pavimento.



### 3. Resistencia a la compresión

Si desea saber qué tan fuerte es un adoquín, debe probar su resistencia a la compresión. Esta prueba determina la carga máxima que puede soportar un adoquín antes de romperse. El adoquín se coloca en una prensa de compresión y se somete a una presión lenta pero constante hasta que se rompe. Cuando se divide la carga más alta soportada por el área de la sección transversal del adoquín, se obtiene el valor de resistencia. Las unidades de megapascales (MPa) se utilizan para expresar los resultados.

Este ensayo sigue las indicaciones de la norma ASTM C39, que establece los procedimientos para medir la resistencia.

**Importancia del ensayo:** La resistencia es crucial para determinar si los adoquines pueden soportar el peso y las cargas que se les aplican en su uso diario, especialmente en pavimentos sometidos a tránsito vehicular pesado. Un alto valor de resistencia a la compresión asegura que los adoquines sean lo suficientemente fuertes para resistir el desgaste y las cargas mecánicas sin fracturarse.

#### 3.9 Procesamiento de datos

Se utilizarán tablas y gráficos para facilitar la comprensión de los datos recopilados mediante las pruebas. Esto garantizará que los resultados se presenten de forma clara y comprensible. Estas herramientas gráficas facilitarán la comprensión de la información. Para garantizar la fiabilidad y precisión de los hallazgos, el proceso de recopilación de datos se realizará siguiendo métodos rigurosos y precisos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados

##### Granulometría

Tabla 9

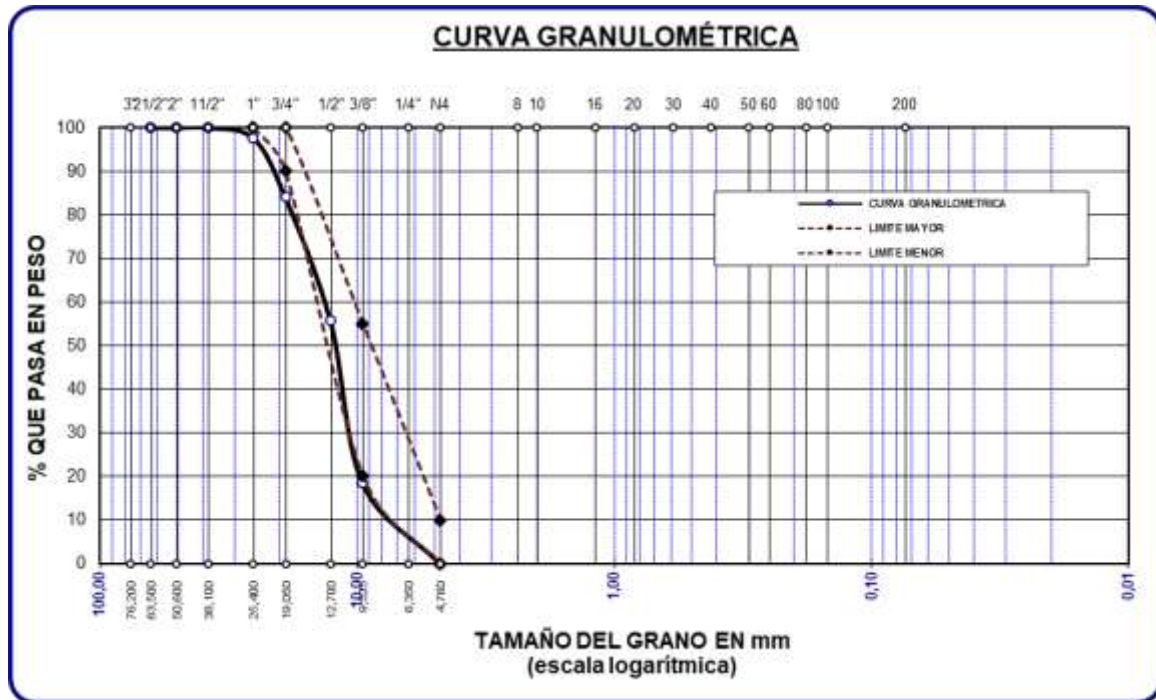
Tamizado Material G.

TAM.	RETENIDO	%RETENIDO P.	% RETENIDO T.	% PASANTE	ESPECIF.
3"					
2 1/2"				100,00	
2"				100,00	
1 1/2"				100,00	
1"	80,00	2,29	2,29	97,71	100 %
3/4"	475,00	13,57	15,86	84,14	90 - 100 %
1/2"	997,00	28,49	44,34	55,66	
3/8"	1302,00	37,20	81,54	18,46	20 - 55 %
1/4"					
No4	0,00	0,00	81,54	<b>18,46</b>	0 - 10 %
BASE	0,00	0,00	81,5	18,5	
TOTAL	3500,00	100,00			
% PÉRDIDA	0,00				

Nota. Laboratorio

**Figura 5**

*Grafica del material grueso*



Nota. Laboratorio

**Tabla 10**

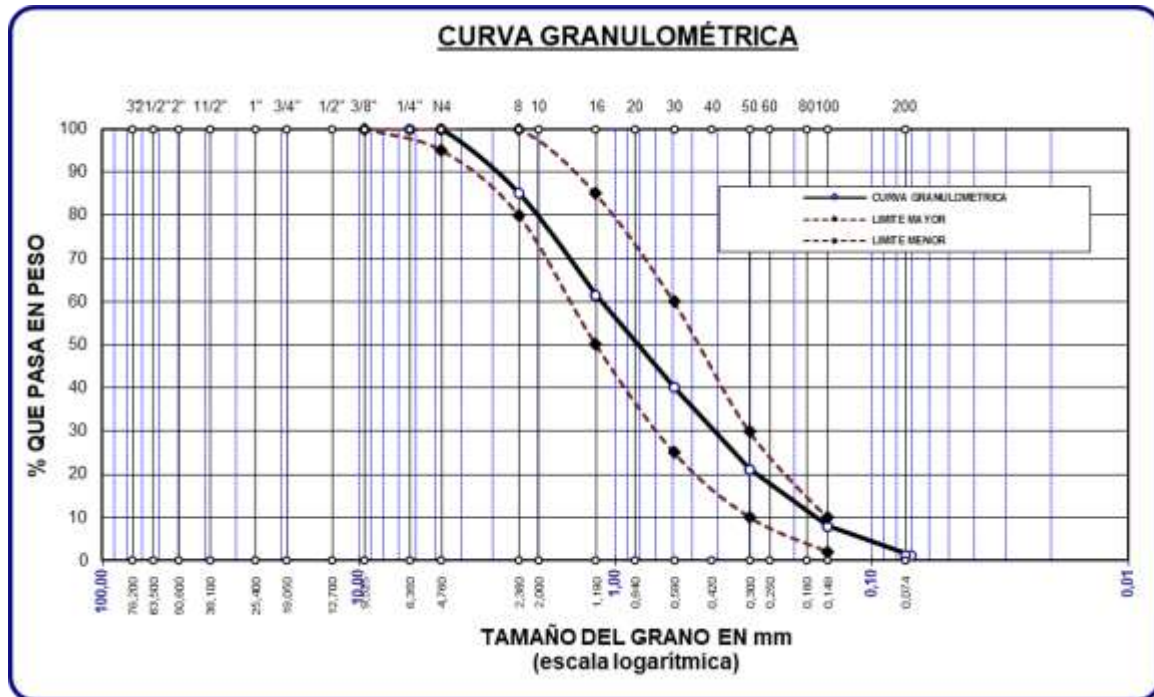
*Tamizado Agregado F.*

TAM.	RETENIDO	%RETENIDO P.	% RETENIDO T.	% PASANTE	ESPECIF.
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	100%
1/4"	0,00	0,00	0,00	100,00	
No4	0,00	0,00	0,00	100,00	95 - 100 %
No8	74,02	14,80	14,80	85,20	80 - 100 %
No16	118,25	23,65	38,45	61,55	50 - 85 %
No30	107,36	21,47	59,93	40,07	25 - 60 %
No 50	94,52	18,90	78,83	21,17	10 - 30 %
No100	65,78	13,16	91,99	8,01	2-10%
No200	34,78	6,96	98,94	1,06	
<b>BASE</b>	5.29	1.06	100	0,00	
<b>TOTAL</b>	500,00	100,00			
<b>% PÉRDIDA</b>	1.06				

Nota. Laboratorio

**Figura 6**

*Grafica del material Fino*



*Nota. Laboratorio*

### % HUMEDAD

**Tabla 11**

*Humedad de las muestras*

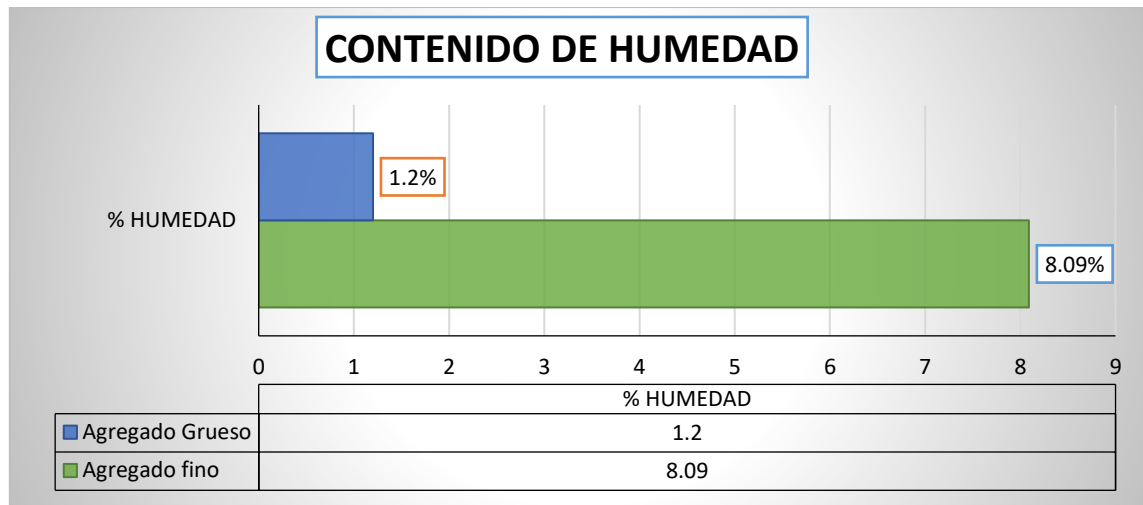
DESCRIPCIÓN	A. Fino	Agregado G.
P. húmedo + tarro	302,32	447,36
P. seco + tarro	283,62	442,67
Peso tarro	52,36	52,36
P. muestra Húmeda	249,96	395,00
P. muestra seco	231,26	390,31
P. agua	18,70	4,69
% humedad	8,09	1,20

*Nota. Laboratorio*

Se presenta la humedad de dos tipos de agregados, comparando sus pesos en estado húmedo y seco. Se calculó el porcentaje de humedad, siendo mayor en el Agregado F (8.09%) que en el Agregado G (1.20%).

**Figura 7**

*% de humedad.*



Se muestra el porcentaje de humedad en los agregados fino y grueso utilizados en la investigación. Se observa que el agregado fino presenta un mayor contenido de humedad (8.09%) en comparación con el agregado grueso (1.2%).

**Cualidades físicas de los agregados**

**Tabla 12**

*Atributos de los agregados.*

ATRIBUTOS FÍSICAS	AGREG. G	AGREG. F.
P.E.S.	2.43	2.58
P.U.C.	1547	1655
P.U.S.	1430	1559
% Absorción	1.48	2.81
% de Humedad	1.20	8.09
M. de Fineza	-	2.84

*Nota.* Laboratorio

Se presenta las propiedades físicas de los agregados grueso y fino, incluyendo peso específico, peso unitario, absorción, humedad y módulo de fineza. Se denota que el agregado fino tiene mayor absorción (2.81%) y humedad (8.09%) en comparación con el grueso. Además, el módulo de fineza del material fino es 2.84, lo que indica su granulometría.

#### 4.1.1 Resultados sobre porciones de los materiales según diseño de mezclas.

**DM f c = 350 kg/cm<sup>2</sup>**

$$F'_{cr} = 350 + 84 = 434 \text{ kg/cm}^2$$

Porciones de los elementos

**Tabla 13**

*Diseño de Mezcla.*

Parámetro	Valor
Resistencia (F'c)	350 kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento	3" a 4" (76.2-101.6 mm)
Relación agua/cemento (a/c)	0.38
Contenido de aire atrapado	2.0%

Se muestra los parámetros del diseño de mezcla, incluyendo una resistencia de 350 kg/cm<sup>2</sup>, un asentamiento de 76.2 a 101.6 mm y una relación agua/cemento de 0.38. Además, el contenido de aire atrapado es del 2.0%, lo que influye en la trabajabilidad y durabilidad del concreto.

**Tabla 14**

*Proporción en peso húmedo según diseño de mezclas.*

Material	Cantidad (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	447
Agua efectiva	140
Agregado grueso húmedo	1046
Agregado fino húmedo	682

Se presenta las proporciones de materiales utilizados en la mezcla de concreto, expresadas en kg/m<sup>3</sup>. Se emplearon 447 kg de cemento, 140 kg de agua efectiva, 1046 kg de agregado grueso húmedo y 682 kg de agregado fino húmedo. Estas proporciones garantizan la adecuada trabajabilidad y resistencia del concreto.

**Tabla 15***Porciones de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo.*

<b>Materiales</b>	<b>(Patrón)</b>	<b>(0.3%)</b>	<b>(0.6%)</b>	<b>(0.8%)</b>
Cemento (Kg)	447	447	447	447
Vidrio templado reciclado (Kg)	0.00	1.341	2.682	3.576

<b>Materiales</b>	<b>(Patrón)</b>	<b>(0.5%)</b>	<b>(1.0%)</b>	<b>(1.5%)</b>
Cemento (Kg)	447	447	447	447
Desechos de cuarzo (Kg)	0.00	2.235	4.47	6.705

Se muestra las proporciones de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo incorporados en la mezcla de concreto. Se mantienen 447 kg de cemento en todas las variaciones, mientras que los agregados secundarios se dosifican en diferentes porcentajes.

**Tabla 16***Dosificación por adoquín.*

<b>Material</b>	<b>Dosificación en 1 m<sup>3</sup> (kg)</b>	<b>Material por adoquín (kg)</b>
Cemento	447	0,54
Agua	140	0,17
Agregado grueso	1046	1,26
Agregado fino	682	0,82

Se presenta la dosificación de materiales para la fabricación de adoquines, indicando las cantidades en 1 m<sup>3</sup> de mezcla y por unidad de adoquín. Se emplean 447 kg de cemento, 140 kg de agua, 1046 kg de agregado grueso y 682 kg de agregado fino, asegurando una composición adecuada para su resistencia y durabilidad.

#### **4.1.2 Resultados sobre las propiedades físicas de los adoquines**

##### **4.1.2.1 Propiedades físicas de la muestra patrón**

Absorción del Adoquín estándar

**Tabla 17**

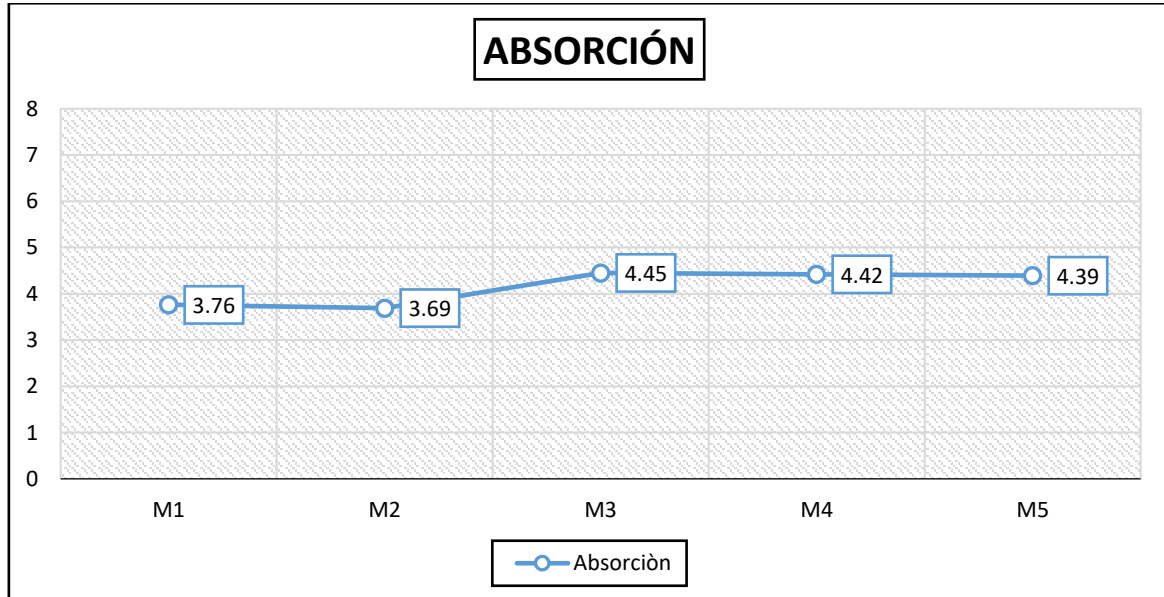
*Ensayo de absorción adoquín estándar.*

N.º	Muestra	P. Seco	P. Saturado	% Absorción
1	M - 1	2507,90	2602,20	3.76
2	M - 2	2523,86	2616,96	3.69
3	M - 3	2532,05	2644,75	4.45
4	M - 4	2442,32	2550,32	4.42
5	M - 5	2445,77	2553,16	4.39

Se presenta los resultados del ensayo de absorción en adoquines estándar, mostrando el peso seco, peso saturado y el porcentaje de absorción de agua para cinco muestras. Los valores de absorción varían entre 3.69% y 4.45%, lo que influye en la durabilidad y resistencia del material en condiciones de humedad.

**Figura 8**

*Absorción adoquín estándar*



Se observa un ligero incremento desde 3.69% hasta 4.45%, indicando diferencias en la porosidad del material. Estos valores influyen en la durabilidad y comportamiento del adoquín ante la humedad.

**Variaciones dimensiones Adoquín estándar****Tabla 18***Cambio en las dimensiones Adoquín estándar (alto)*

Nº	Alto(cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	5,88	6,19	6,25	5,86	6,05	0,83
M-2	5,87	5,79	5,80	6,18	5,91	1,50
M-3	5,83	5,93	5,90	6,10	5,94	1,00
M-4	6,14	5,71	5,79	6,15	5,95	0,83
M-5	6,24	5,75	6,22	6,27	6,12	2,00
<b>Promedio de la variación</b>						1.23

Se muestra las variaciones en la altura de adoquines estándar a partir de múltiples mediciones. Se presentan los promedios de altura para cada muestra y el porcentaje de variación, con un promedio general de 1.23%.

**Tabla 19***Cambio en las dimensiones Adoquín estándar (ancho)*

Nº	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	10,16	9,72	9,91	9,79	9,90	1,00
M-2	9,89	10,02	9,70	10,02	9,91	0,90
M-3	10,28	9,70	9,92	9,71	9,90	1,00
M-4	9,99	9,75	10,26	9,93	9,98	0,20
M-5	10,13	10,02	9,76	10,29	10,05	0,50
<b>Promedio de la variación</b>						0.72

Se presenta las variaciones en el ancho de adoquines estándar a partir de múltiples mediciones. Se observa que los valores promedio varían entre 9.90 cm y 10.05 cm, con un porcentaje de variación promedio de 0.72%.

Tabla 20

*Cambio en las dimensiones Adoquín estándar (largo)*

N°	Largo (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	20,28	20,01	19,85	20,20	20,09	0,45
M-2	19,84	19,83	19,73	19,91	19,83	0,85
M-3	20,12	20,09	20,23	20,03	20,12	0,60
M-4	19,92	20,21	20,12	19,91	20,04	0,20
M-5	20,04	20,15	20,21	20,01	20,10	0,50
<b>Promedio de la variación</b>						0.52

Se muestra las variaciones en la longitud de adoquines estándar a partir de múltiples mediciones. Los valores promedio oscilan entre 19.83 cm y 20.12 cm, con un porcentaje de variación promedio de 0.52%.

#### 4.1.2.2 Propiedades físicas de la muestra + Vidrio templado reciclado.

##### Absorción de Adoquín + 0.3% de Vidrio templado.

Tabla 21

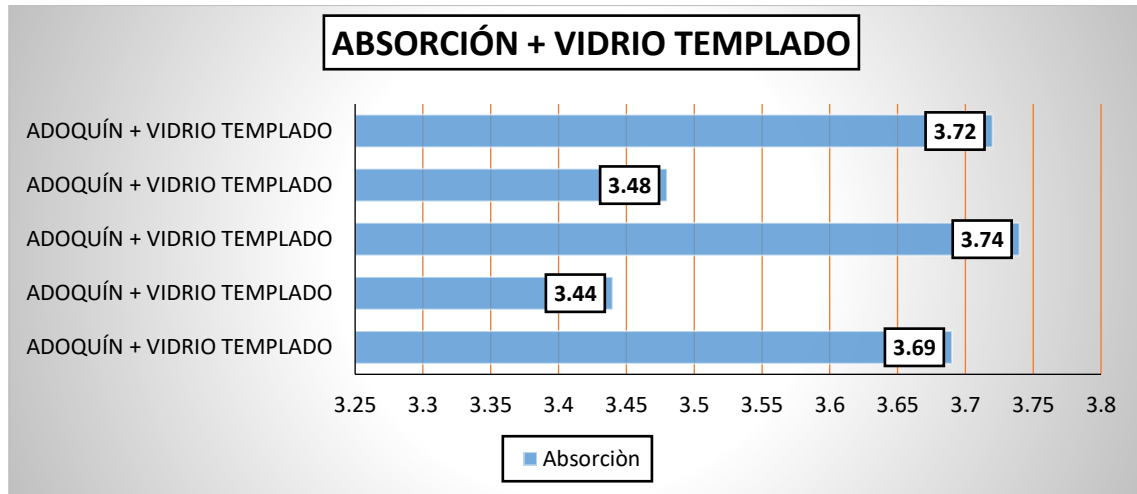
*Absorción del Adoquín + 0.3% de vidrio templado.*

N.º	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCION
1	Adoquín + Vidrio templado	2503,85	2596,32	3,69
2	Adoquín + Vidrio templado	2512,78	2599,32	3,44
3	Adoquín + Vidrio templado	2509,32	2603,20	3,74
3	Adoquín + Vidrio templado	2518,06	2605,77	3,48
4	Adoquín + Vidrio templado	2508,75	2601,96	3,72

Se muestra los resultados de absorción de agua para adoquines con una adición del 0.3% de vidrio templado. Se presentan los valores de peso seco, peso saturado y porcentaje de absorción de cada muestra, con un rango de absorción entre 3.44% y 3.74%. Estos resultados reflejan el impacto del vidrio templado reciclado en las propiedades de absorción de los adoquines.

**Figura 9**

*Absorción del Adoquín + 0.3% de vidrio templado.*



Se muestra la absorción de agua en adoquines con 0.3% de vidrio templado. Los resultados de las muestras indican un rango de absorción entre 3.44% y 3.74%, con una ligera variabilidad en los valores. Estos datos proporcionan información sobre el impacto del vidrio templado en la porosidad del concreto.

**Cambio en las dimensiones Adoquín + 0.3% de Vidrio templado.**

**Tabla 22**

*Cambio dimensional del Adoquín + 0.3% de vidrio templado (alto).*

N°	Alto (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
<b>M-1</b>	6,11	5,99	6,11	6,27	6,12	2,00
<b>M-2</b>	5,82	6,22	6,24	6,24	6,13	2,17
<b>M-3</b>	6,26	5,85	6,01	5,96	6,02	0,33
<b>M-4</b>	6,13	5,73	5,84	6,11	5,95	0,83
<b>M-5</b>	6,22	5,86	6,00	6,03	6,03	0,50
<b>Promedio de la variación</b>						1.17

Se muestra el cambio dimensional en la altura de los adoquines con 0.3% de vidrio templado. Los valores promedio de altura varían entre 5.95 cm y 6.13 cm, con una variabilidad promedio de 1.17%.

Tabla 23

*Cambio dimensional del Adoquín + 0.3% de vidrio templado (ancho)*

N°	Ancho (cm)					Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4			
M-1	9,95	10,29	9,85	9,94	10,01	0,10	
M-2	9,80	10,30	9,73	9,89	9,93	0,70	
M-3	10,22	10,17	9,75	10,17	10,08	0,80	
M-4	10,07	10,16	9,90	10,07	10,05	0,50	
M-5	10,20	9,73	9,73	10,17	9,96	0,40	
<b>Promedio de la variación</b>						0.50	

Se muestra el cambio dimensional en el ancho de los adoquines con 0.3% de vidrio templado. Los valores promedio de ancho varían entre 9.93 cm y 10.10 cm, con una variabilidad promedio de 0.50%.

Tabla 24

*Cambio dimensional del Adoquín + 0.3% de vidrio templado (largo)*

N°	Largo (cm)					Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4			
M-1	20,22	19,90	19,79	20,13	20,01	0,05	
M-2	20,15	20,17	19,79	20,10	20,05	0,25	
M-3	20,01	19,84	20,14	19,77	19,94	0,30	
M-4	19,93	20,21	20,24	19,81	20,05	0,25	
M-5	20,10	19,87	19,80	20,25	20,01	0,05	
<b>Promedio de la variación</b>						0.18	

Los valores promedio de largo varían entre 19.94 cm y 20.20 cm, con una variabilidad promedio de 0.18%.

**Absorción del Adoquín + 0.6% de Vidrio templado.**

**Tabla 25**

*Absorción de Adoquín + 0.6% de vidrio templado.*

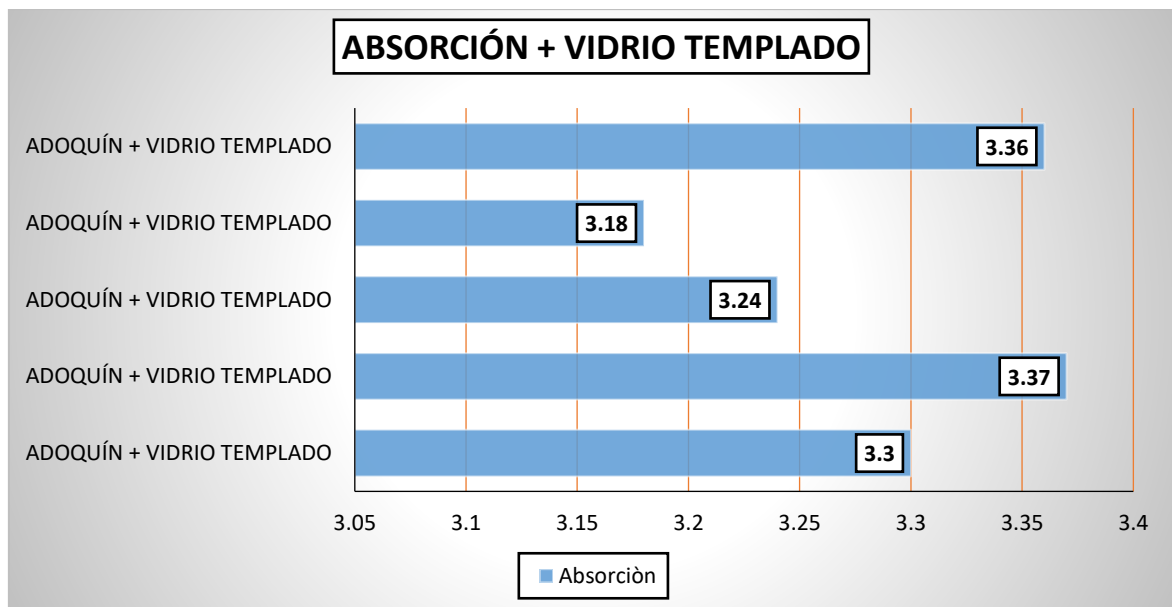
N.º	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCIÓN
1	Adoquín + Vidrio templado	2504,77	2587,36	3,30
2	Adoquín + Vidrio templado	2510,63	2595,32	3,37
3	Adoquín + Vidrio templado	2508,33	2589,69	3,24
3	Adoquín + Vidrio templado	2518,69	2598,74	3,18
4	Adoquín + Vidrio templado	2501,95	2586,14	3,36

*Nota.* Laboratorio

Se presenta los resultados de absorción de agua para adoquines con 0.6% de vidrio templado. Los valores de peso seco, peso saturado y porcentaje de absorción varían entre 3.18% y 3.37%.

**Figura 10**

*Absorción del Adoquín 0.6% de vidrio templado.*



Se muestra la absorción de agua en adoquines con 0.6% de vidrio templado. Los resultados de absorción varían entre 3.18% y 3.37%, con una ligera variabilidad entre las muestras.

**Cambios dimensionales del Adoquín + 0.6% de vidrio templado.****Tabla 26***Cambio dimensional del Adoquín + 0.6% de vidrio templado (alto).*

N°	Alto (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	6,17	6,21	6,19	6,01	6,15	2,50
M-2	5,86	6,05	6,05	6,14	6,03	0,50
M-3	5,71	6,25	6,27	6,01	6,06	1,00
M-4	6,19	6,02	6,22	6,11	6,14	2,33
M-5	5,96	5,97	5,98	5,85	5,94	1,00
<b>Promedio de la variación</b>						<b>1.47</b>

*Nota.* Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en la altura de los adoquines con 0.6% de vidrio templado. Los valores promedio de altura varían entre 5.94 cm y 6.15 cm, con una variabilidad promedio de 1.47%.

**Tabla 27***Cambio dimensional del Adoquín + 0.6% de vidrio templado (ancho)*

N°	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	10,11	10,26	10,03	9,97	10,09	0,90
M-2	9,87	10,14	10,28	9,91	10,05	0,50
M-3	9,80	9,77	9,85	10,15	9,89	1,10
M-4	10,14	10,15	9,94	10,10	10,08	0,80
M-5	9,73	10,26	9,76	9,95	9,93	0,70
<b>Promedio de la variación</b>						<b>0.80</b>

*Nota.* Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en el ancho de los adoquines con 0.6% de vidrio templado. Los valores promedio de ancho varían entre 9.93 cm y 10.09 cm, con una variabilidad promedio de 0.80%.

Tabla 28

*Cambio dimensional del Adoquín + 0.6% de vidrio templado (largo)*

N°	Largo (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	20,27	20,21	20,26	20,09	20,21	1,05
M-2	20,04	20,16	19,86	19,88	19,99	0,05
M-3	19,82	19,84	19,79	19,74	19,80	1,00
M-4	19,86	19,97	20,19	19,94	19,99	0,05
M-5	20,30	20,08	20,18	20,20	20,19	0,95
<b>Promedio de la variación</b>						0.62

Nota. Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en el largo de los adoquines con 0.6% de vidrio templado. Los valores promedio de largo varían entre 19.99 cm y 20.21 cm, con una variabilidad promedio de 0.62%.

#### **Absorción del Adoquín + 0.8% de Vidrio templado.**

Tabla 29

*Absorción de Adoquín + 0.8% de vidrio templado.*

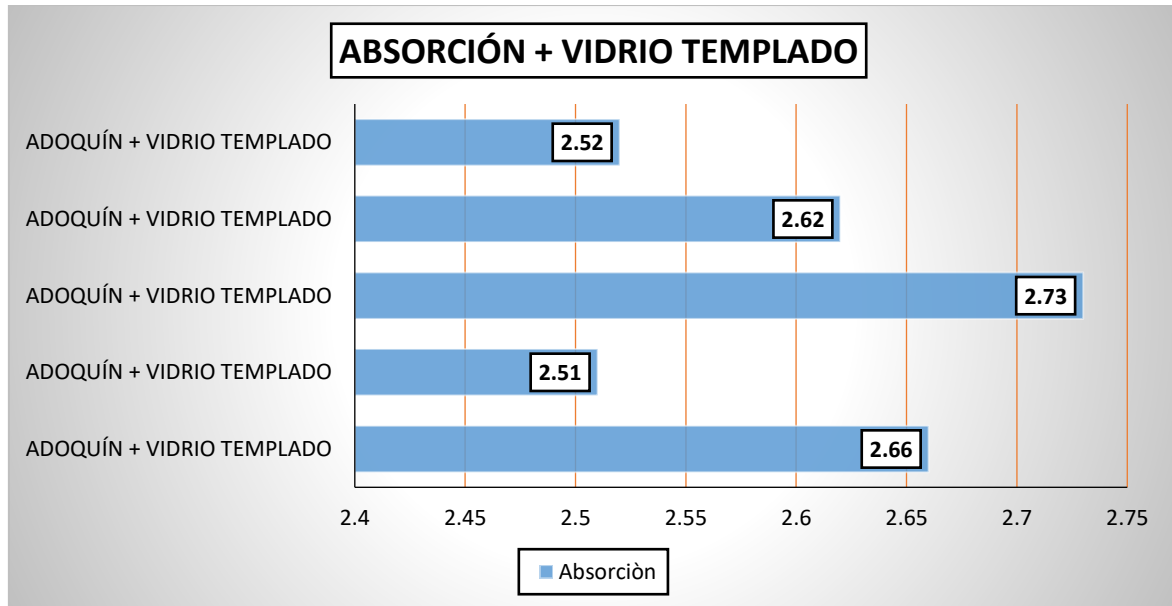
N.º	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCION
1	Adoquín + Vidrio templado	2516,62	2583,62	2,66
2	Adoquín + Vidrio templado	2512,31	2575,32	2,51
3	Adoquín + Vidrio templado	2509,78	2578,41	2,73
3	Adoquín + Vidrio templado	2507,99	2573,66	2,62
4	Adoquín + Vidrio templado	2510,33	2573,62	2,52

Nota. Laboratorio

Se presenta los resultados de absorción de agua para adoquines con 0.8% de vidrio templado. Los valores de peso seco, peso saturado y porcentaje de absorción varían entre 2.51% y 2.73%.

**Figura 11**

*Absorción del Adoquín 0.8% de vidrio templado.*



Se muestra la absorción de agua en adoquines con 0.8% de vidrio templado. Los valores de absorción varían entre 2.51% y 2.73%, con una ligera variabilidad entre las muestras.

**Cambios dimensionales del Adoquín + 0.8% de vidrio templado.**

**Tabla 30**

*Cambio dimensional del Adoquín + 0.8% de vidrio templado (alto).*

Nº	Alto (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	5,72	5,89	6,04	6,24	5,97	0,50
M-2	5,77	6,12	6,21	6,17	6,07	1,17
M-3	6,15	6,17	6,10	5,88	6,08	1,33
M-4	6,24	6,17	6,30	6,02	6,18	3,00
M-5	6,24	6,21	6,10	5,80	6,09	1,50
<b>Promedio de la variación</b>						1.50

*Nota.* Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en la altura de los adoquines con 0.8% de vidrio templado. Los valores promedio de altura varían entre 5.97 cm y 6.09 cm, con una variabilidad promedio de 1.50%.

Tabla 31

*Cambio dimensional del Adoquín + 0.8% de vidrio templado (ancho)*

N°	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	9,94	9,89	10,27	10,01	10,03	0,30
M-2	10,14	10,98	9,90	9,81	10,21	2,10
M-3	10,01	10,15	10,09	10,22	10,12	1,20
M-4	9,99	10,13	10,04	10,04	10,05	0,50
M-5	10,22	9,95	10,05	10,00	10,06	0,60
<b>Promedio de la variación</b>						0.94

Se muestra el cambio dimensional en el ancho de los adoquines con 0.8% de vidrio templado. Los valores promedio de ancho varían entre 10.03 cm y 10.21 cm, con una variabilidad promedio de 0.94%.

Tabla 32

*Cambio dimensional del Adoquín + 0.8% de vidrio templado (largo)*

N°	Largo (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	19,80	20,28	19,76	20,19	20,01	0,05
M-2	19,78	20,06	20,11	20,11	20,02	0,10
M-3	19,92	20,09	20,15	20,09	20,06	0,30
M-4	19,87	19,77	19,72	20,25	19,90	0,50
M-5	20,00	20,16	20,20	19,74	20,03	0,15
<b>Promedio de la variación</b>						0.22

Se muestra el cambio dimensional en el largo de los adoquines con 0.8% de vidrio templado. Los valores promedio de largo varían entre 20.01 cm y 20.06 cm, con una variabilidad promedio de 0.22%.

#### 4.1.2.3 Propiedades físicas de la muestra + Desechos de cuarzo.

**Absorción de Adoquín + 0.5% de Desechos de cuarzo.**

**Tabla 33**

*Absorción del Adoquín + 0.5% de Desechos de cuarzo.*

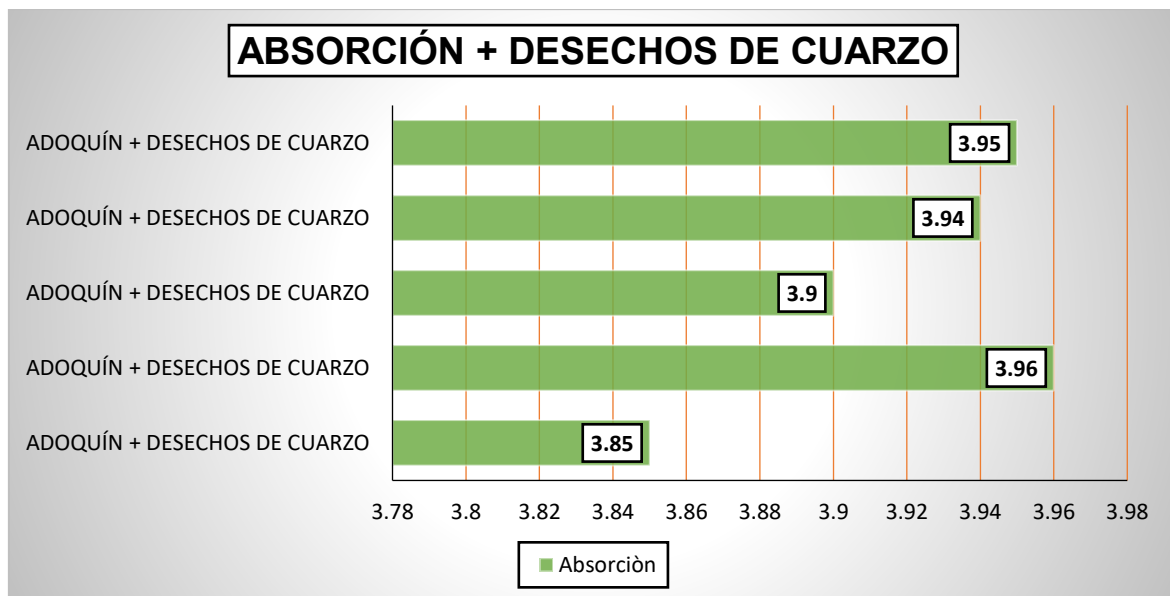
N.º	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCIÓN
1	Adoquín + Desechos de cuarzo	2518,67	2615,62	3,85
2	Adoquín + Desechos de cuarzo	2522,63	2622,44	3,96
3	Adoquín + Desechos de cuarzo	2517,77	2615,98	3,90
3	Adoquín + Desechos de cuarzo	2525,36	2624,79	3,94
4	Adoquín + Desechos de cuarzo	2519,88	2619,35	3,95

Nota. Laboratorio

Se muestra los resultados de absorción de agua para adoquines con 0.5% de desechos de cuarzo. Los datos de peso seco, peso saturado y porcentaje de absorción varían entre 3.85% y 3.96%.

**Figura 12**

*Absorción Adoquín + 0.5% de Desechos de cuarzo.*



Se muestra la absorción de agua en adoquines con 0.5% de desechos de cuarzo. Los valores de absorción varían entre 3.85% y 3.95%, con una ligera diferencia entre las muestras.

**Cambio en dimensiones Adoquín + 0.5% de Desechos de cuarzo.****Tabla 34***Cambio dimensional del Adoquín + 0.5% de desechos de cuarzo (alto).*

N°	Alto (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	6,25	6,21	5,93	6,16	6,14	2,33
M-2	5,99	6,30	6,29	5,71	6,07	1,17
M-3	6,21	5,89	6,08	6,12	6,08	1,33
M-4	5,92	6,00	5,77	5,74	5,86	2,33
M-5	6,24	6,13	6,27	5,90	6,14	2,33
<b>Promedio de la variación</b>						1.90

*Nota.* Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en la altura de los adoquines con 0.5% de desechos de cuarzo. Los datos promedio de altura varían entre 5.86 cm y 6.14 cm, con una variabilidad promedio de 1.90%.

**Tabla 35***Cambio dimensional del Adoquín + 0.5% de desechos de cuarzo (ancho)*

N°	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	10,29	9,97	9,99	9,82	10,02	0,20
M-2	9,99	10,05	10,05	9,88	9,99	0,10
M-3	10,13	9,77	10,11	9,78	9,95	0,50
M-4	9,76	10,20	9,92	9,74	9,91	0,90
M-5	9,92	9,84	10,22	10,08	10,02	0,20
<b>Promedio de la variación</b>						0.38

*Nota.* Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en el ancho de los adoquines con 0.5% de desechos de cuarzo. Los valores promedio de ancho varían entre 9.91 cm y 10.02 cm, con una variabilidad promedio de 0.38%.

Tabla 36

*Cambio dimensional del Adoquín + 0.5% de desechos de cuarzo (largo)*

N°	Largo (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	20,07	20,11	19,89	19,91	20,00	0,00
M-2	19,85	20,10	20,17	19,87	20,00	0,00
M-3	20,09	20,23	19,92	20,22	20,12	0,60
M-4	20,00	19,91	20,29	20,23	20,11	0,55
M-5	19,88	19,76	20,22	19,86	19,93	0,35
<b>Promedio de la variación</b>						0.30

*Nota.* Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en el largo de los adoquines con 0.5% de desechos de cuarzo. Los registros promedio de largo varían entre 19.86 cm y 20.12 cm, con una variabilidad promedio de 0.30%.

**Absorción de Adoquín + 1.0% de Desechos de cuarzo.**

Tabla 37

*Absorción del Adoquín + 1.0% de Desechos de cuarzo.*

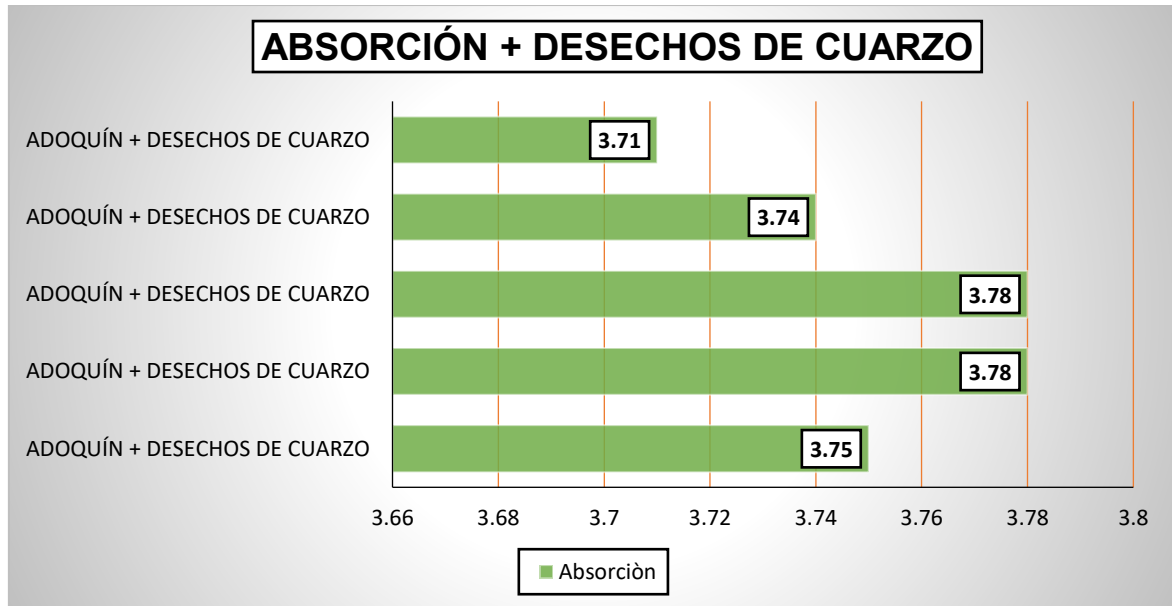
N.º	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCION
1	Adoquín + Desechos de cuarzo	2517,87	2612,32	3,75
2	Adoquín + Desechos de cuarzo	2521,54	2616,75	3,78
3	Adoquín + Desechos de cuarzo	2523,87	2619,25	3,78
3	Adoquín + Desechos de cuarzo	2519,36	2613,50	3,74
4	Adoquín + Desechos de cuarzo	2525,07	2618,79	3,71

*Nota.* Laboratorio

Se muestra los resultados de absorción de agua para adoquines con 1.0% de desechos de cuarzo. Los datos de peso seco, peso saturado y porcentaje de absorción varían entre 3.71% y 3.78%.

**Figura 13**

*Absorción Adoquín + 1.0% de Desechos de cuarzo.*



Se muestra la absorción de agua en adoquines con 1.0% de desechos de cuarzo. Los valores de absorción varían entre 3.71% y 3.78%, con una ligera variabilidad entre las muestras.

**Cambio en dimensiones Adoquín + 1.0% de Desechos de cuarzo.**

**Tabla 38**

*Cambio dimensional del Adoquín + 1.0% de desechos de cuarzo (alto).*

Nº	Alto (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	5,94	5,87	6,23	6,09	6,03	0,50
M-2	5,91	6,08	6,10	6,28	6,09	1,50
M-3	6,01	6,29	5,71	5,72	5,93	1,17
M-4	6,03	5,99	6,27	5,85	6,04	0,67
M-5	5,92	5,74	6,03	5,92	5,90	1,67
<b>Promedio de la variación</b>						1.10

Se muestra el cambio dimensional en la altura de los adoquines con 1.0% de desechos de cuarzo. Los valores promedio de altura varían entre 5.85 cm y 6.09 cm, con una variabilidad promedio de 1.10%.

Tabla 39

*Cambio dimensional del Adoquín + 1.0% de desechos de cuarzo (ancho)*

N°	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	9,79	10,25	10,20	10,16	10,10	1,00
M-2	9,99	10,00	10,22	10,23	10,11	1,10
M-3	9,73	10,22	10,10	9,89	9,99	0,10
M-4	10,21	10,14	9,79	9,76	9,98	0,20
M-5	9,76	9,93	10,24	9,84	9,94	0,60
<b>Promedio de la variación</b>						0.60

Nota. Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en el ancho de los adoquines con 1.0% de desechos de cuarzo. Los valores promedio de ancho varían entre 9.94 cm y 10.16 cm, con una variabilidad promedio de 0.60%.

Tabla 40

*Cambio dimensional del Adoquín + 1.0% de desechos de cuarzo (largo)*

N°	Largo (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	20,09	20,04	20,15	20,19	20,12	0,60
M-2	19,82	20,24	20,03	20,26	20,09	0,45
M-3	20,23	19,79	19,94	19,84	19,95	0,25
M-4	19,71	20,25	20,05	19,82	19,96	0,20
M-5	19,02	20,24	20,29	20,04	19,90	0,50
<b>Promedio de la variación</b>						0.40

Nota. Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en el largo de los adoquines con 1.0% de desechos de cuarzo. Los valores promedio de largo varían entre 19.60 cm y 20.12 cm, con una variabilidad promedio de 0.40%.

### Absorción de Adoquín + 1.5% de Desechos de cuarzo.

**Tabla 41**

*Absorción del Adoquín + 1.5% de Desechos de cuarzo.*

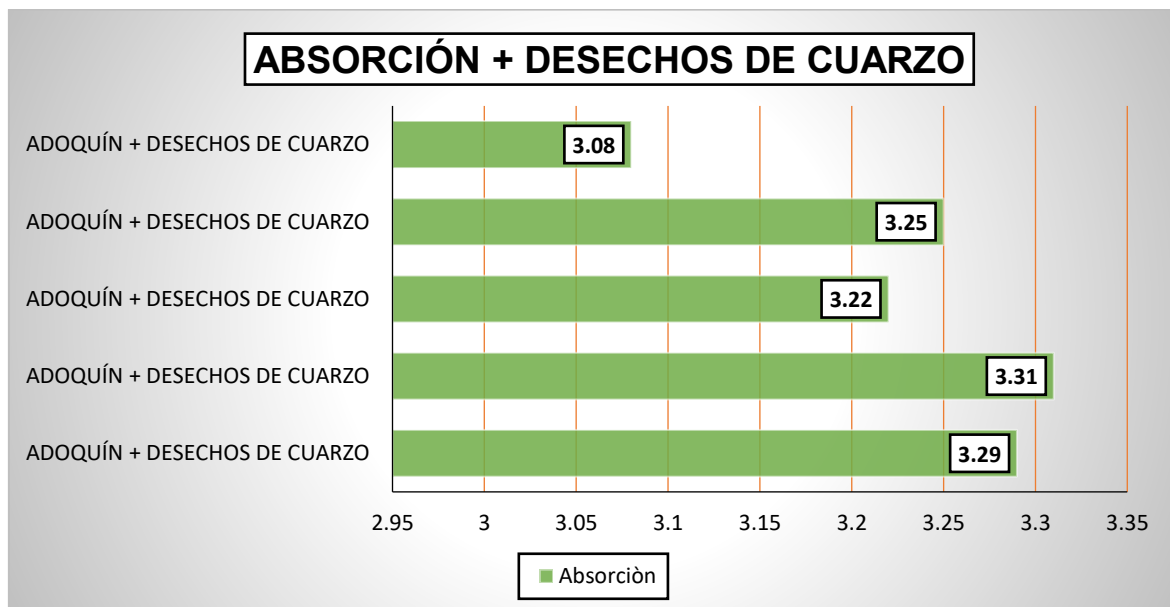
N.º	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCION
1	Adoquín + Desechos de cuarzo	2522,74	2605,78	3,29
2	Adoquín + Desechos de cuarzo	2524,77	2608,31	3,31
3	Adoquín + Desechos de cuarzo	2521,99	2603,30	3,22
3	Adoquín + Desechos de cuarzo	2519,97	2601,78	3,25
4	Adoquín + Desechos de cuarzo	2525,03	2602,78	3,08

*Nota.* Laboratorio

Se muestra los resultados de absorción de agua para adoquines con 1.5% de desechos de cuarzo. Los valores de peso seco, peso saturado y porcentaje de absorción varían entre 3.08% y 3.31%.

**Figura 14**

*Absorción Adoquín + 1.5% de Desechos de cuarzo.*



Se muestra la absorción de agua en adoquines con 1.5% de desechos de cuarzo. Los valores de absorción varían entre 3.08% y 3.31%, con una ligera variabilidad entre las muestras.

**Cambio en dimensiones Adoquín + 1.5% de Desechos de cuarzo.****Tabla 42***Cambio dimensional del Adoquín + 1.5% de desechos de cuarzo (alto).*

N°	Alto (cm)					Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4			
M-1	6,24	6,18	5,94	5,86	6,06	1,00	
M-2	6,27	6,04	5,72	5,76	5,95	0,83	
M-3	5,72	5,92	6,04	6,15	5,96	0,67	
M-4	5,91	5,75	6,26	5,86	5,95	0,83	
M-5	5,98	6,07	5,98	6,14	6,04	0,67	
<b>Promedio de la variación</b>						<b>0.80</b>	

*Nota.* Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en la altura de los adoquines con 1.5% de desechos de cuarzo. Los valores promedio de altura varían entre 5.76 cm y 6.06 cm, con una variabilidad promedio de 0.80%.

**Tabla 43***Cambio dimensional del Adoquín + 1.5% de desechos de cuarzo (ancho)*

N°	Ancho (cm)					Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4			
M-1	10,06	10,09	10,00	10,16	10,08	0,80	
M-2	10,00	9,75	9,81	10,12	9,92	0,80	
M-3	9,81	10,23	9,96	9,92	9,98	0,20	
M-4	10,04	10,08	10,14	10,16	10,11	1,10	
M-5	9,91	9,78	10,03	9,88	9,90	1,00	
<b>Promedio de la variación</b>						<b>0.78</b>	

*Nota.* Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en el ancho de los adoquines con 1.5% de desechos de cuarzo. Los valores promedio de ancho varían entre 9.92 cm y 10.16 cm, con una variabilidad promedio de 0.78%.

Tabla 44

*Cambio dimensional del Adoquín + 1.5% de desechos de cuarzo (largo)*

N°	Largo (cm)				Promedio	V (%)
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4		
M-1	20,21	20,14	19,89	20,07	20,08	0,40
M-2	20,03	20,24	20,20	19,84	20,08	0,40
M-3	19,72	19,74	19,96	19,80	19,81	0,95
M-4	20,12	20,29	19,90	20,12	20,11	0,55
M-5	20,29	19,94	20,08	19,74	20,01	0,05
<b>Promedio de la variación</b>						0.47

Nota. Laboratorio

Se muestra el cambio dimensional en el largo de los adoquines con 1.5% de desechos de cuarzo. Los valores promedio de largo varían entre 19.81 cm y 20.11 cm, con una variabilidad promedio de 0.47%.

#### **4.1.3 Resultados sobre la adición vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en las propiedades mecánicas de adoquines de concreto.**

##### **4.1.3.1 Resistencia del adoquín Muestra patrón.**

Tabla 45

*Resistencia a la compresión del Adoquín estándar logrado en 7 días.*

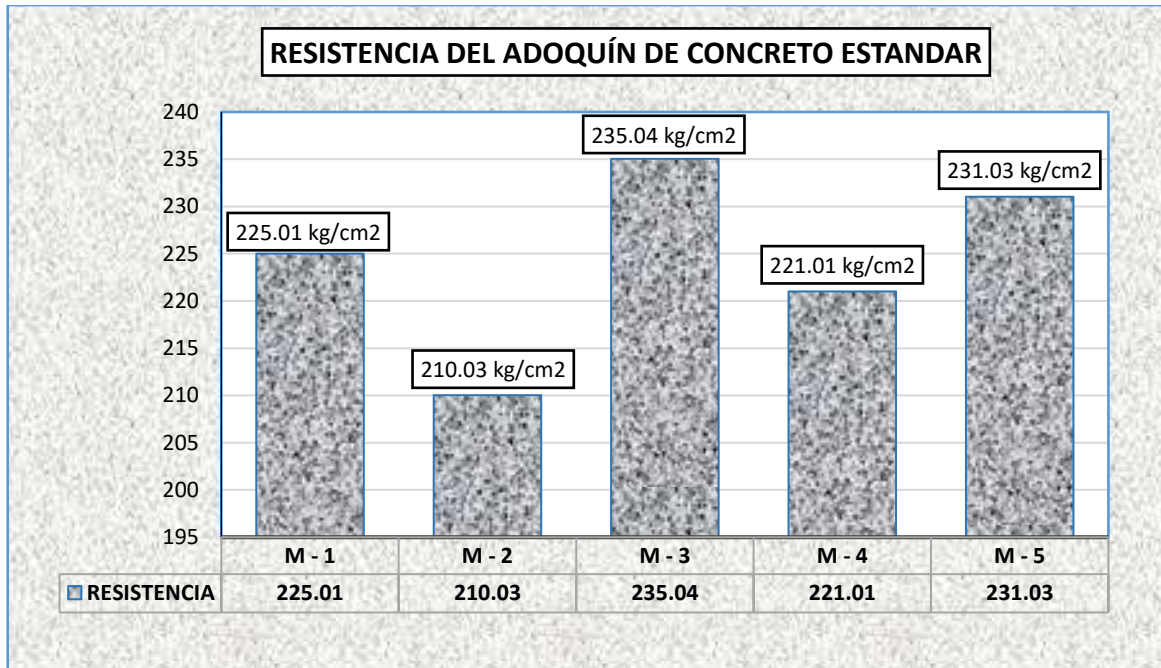
N°	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M - 1	7		45001	225.01
2	M - 2	7		42005	210.03
3	M - 3	7	200	47008	235.04
4	M - 4	7		44202	221.01
5	M - 5	7		46205	231.03
<b>Promedio</b>					224.42

Nota. Laboratorio

Se presenta la resistencia de adoquines estándar a los 7 días de edad. Los valores de esfuerzo de rotura oscilan entre 210.03 kg/cm<sup>2</sup> y 235.04 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 224.42 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 15**

*Capacidad logrado en 7 días, del Adoquín estándar*



Se muestra la resistencia de adoquines estándar a los 7 días de curado. Los datos de esfuerzo de rotura varían entre 210.03 kg/cm<sup>2</sup> y 235.04 kg/cm<sup>2</sup>, con diferencias entre las muestras.

**Tabla 46**

*Resistencia a la compresión del adoquín estándar logrado en 14 días.*

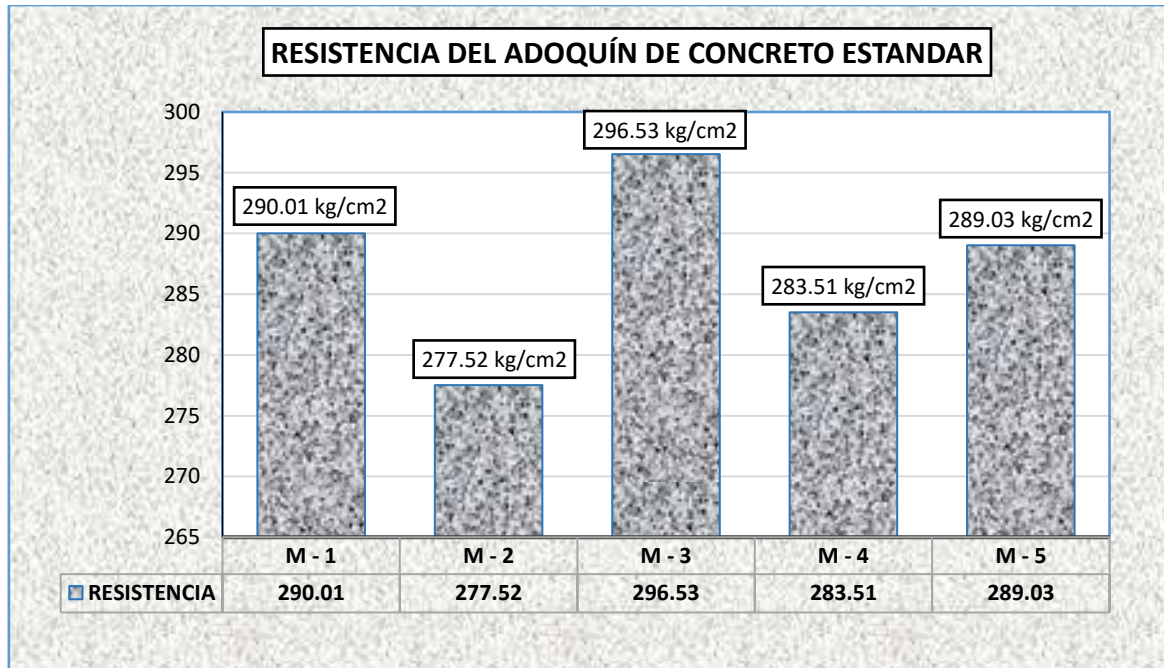
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M - 1	14		58002	290.01
2	M - 2	14		55503	277.52
3	M - 3	14	200	59305	296.53
4	M - 4	14		56702	283.51
5	M - 5	14		57805	289.03
<b>Promedio</b>					287.32

*Nota.* Laboratorio

Se presenta la resistencia de adoquines estándar a los 14 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura oscilan entre 277.52 kg/cm<sup>2</sup> y 296.53 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 287.32 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 16**

*Capacidad logrado en 14 días, del adoquín estándar*



Se muestra la resistencia de adoquines estándar a los 14 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura varían entre 277.52 kg/cm<sup>2</sup> y 296.53 kg/cm<sup>2</sup>, reflejando un incremento en la resistencia respecto a los 7 días.

**Tabla 47**

*Resistencia a la compresión del adoquín estándar logrado en 28 días.*

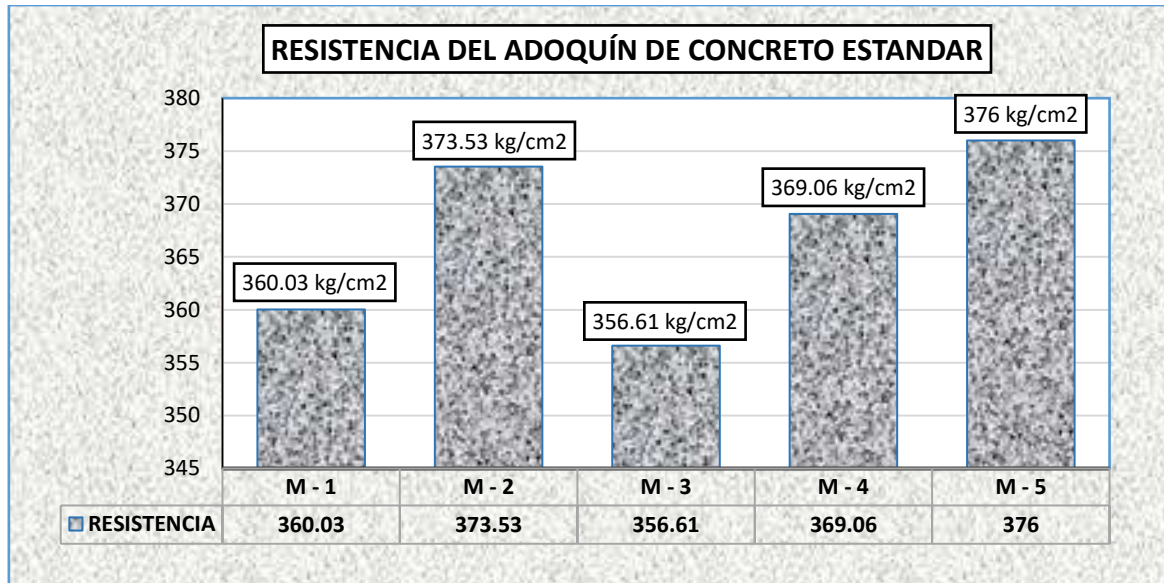
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M - 1	28		72005	360.03
2	M - 2	28		74505	373.53
3	M - 3	28	200	71322	356.61
4	M - 4	28		73811	369.06
5	M - 5	28		75199	376.00
<b>Promedio</b>					366.84

*Nota.* Laboratorio

Se presenta la resistencia de adoquines estándar a los 28 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura oscilan entre 356.61 kg/cm<sup>2</sup> y 376.00 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 366.84 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 17**

*Capacidad logrado en 28 días, del adoquín estándar*



Se muestra la resistencia de adoquines estándar a los 28 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura varían entre 356.61 kg/cm<sup>2</sup> y 376.00 kg/cm<sup>2</sup>, evidenciando un aumento significativo respecto a los 7 y 14 días.

#### 4.1.3.2 Resistencia del Adoquín + Vidrio templado reciclado.

##### Resistencia del Adoquín + 0,3% Vidrio templado reciclado.

**Tabla 48**

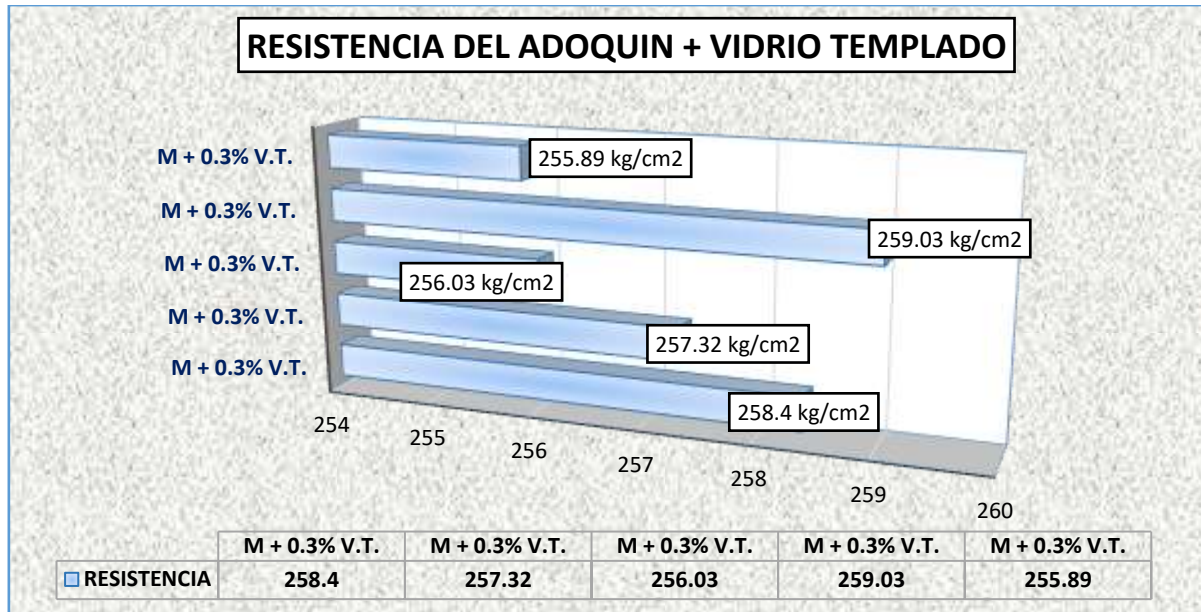
*Resistencia a la compresión del adoquín + 0,3% vidrio templado en 7 días.*

Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.3% V.T.	7		51680	258.40
2	M + 0.3% V.T.	7		51463	257.32
3	M + 0.3% V.T.	7	200	51205	256.03
4	M + 0.3% V.T.	7		51806	259.03
5	M + 0.3% V.T.	7		51177	255.89
<b>Promedio</b>					257.89

Se presenta la resistencia de adoquines con 0.3% de vidrio templado a los 7 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura oscilan entre 255.89 kg/cm<sup>2</sup> y 259.03 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 257.89 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 18**

Capacidad en 7 días.



Se muestra la resistencia de adoquines con 0.3% de vidrio templado a los 7 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura varían entre 255.89 kg/cm<sup>2</sup> y 259.03 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 257.89 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 49**

Resistencia a la compresión del adoquín + 0,3% vidrio templado en 14 días.

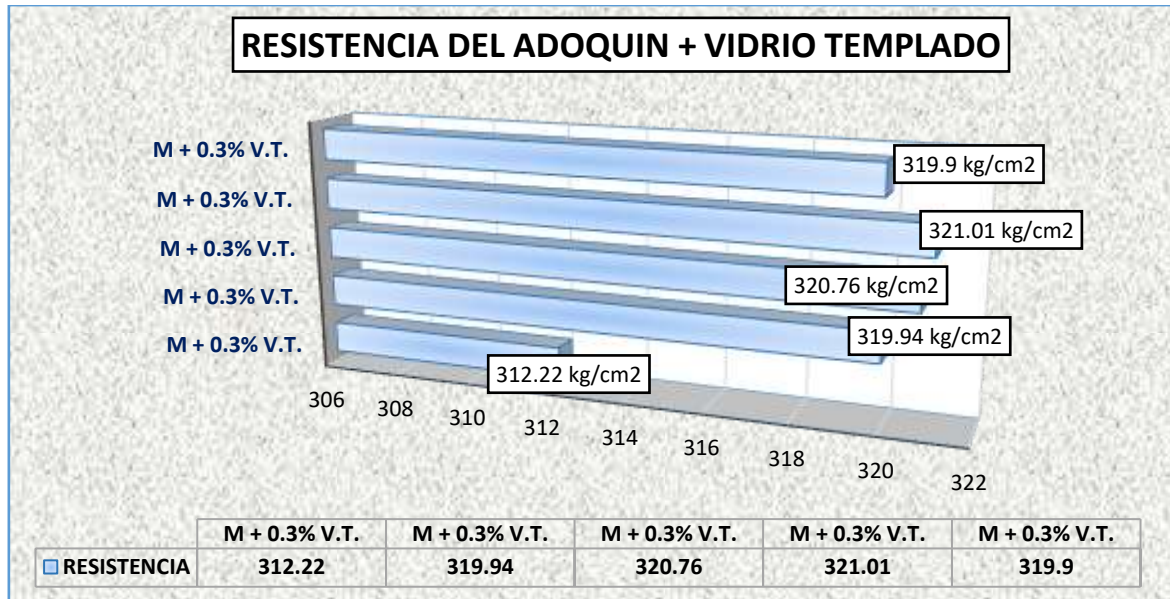
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.3% V.T.	14		64244	312.22
2	M + 0.3% V.T.	14		63987	319.94
3	M + 0.3% V.T.	14	200	64152	320.76
4	M + 0.3% V.T.	14		64202	321.01
5	M + 0.3% V.T.	14		63979	319.90
<b>Promedio</b>					320.56

Nota. Laboratorio

Se presenta la resistencia de adoquines con 0.3% de vidrio templado a los 14 días de curado. Los logros de esfuerzo de rotura varían entre 312.22 kg/cm<sup>2</sup> y 321.01 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 320.56 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 19**

*Capacidad en 14 días.*



Se muestra la resistencia de adoquines con 0.3% de vidrio templado a los 14 días de curado. Los resultados de esfuerzo de rotura varían entre 312.22 kg/cm<sup>2</sup> y 321.01 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 320.56 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 50**

*Resistencia a la compresión del adoquín + 0,3% vidrio templado en 28 días.*

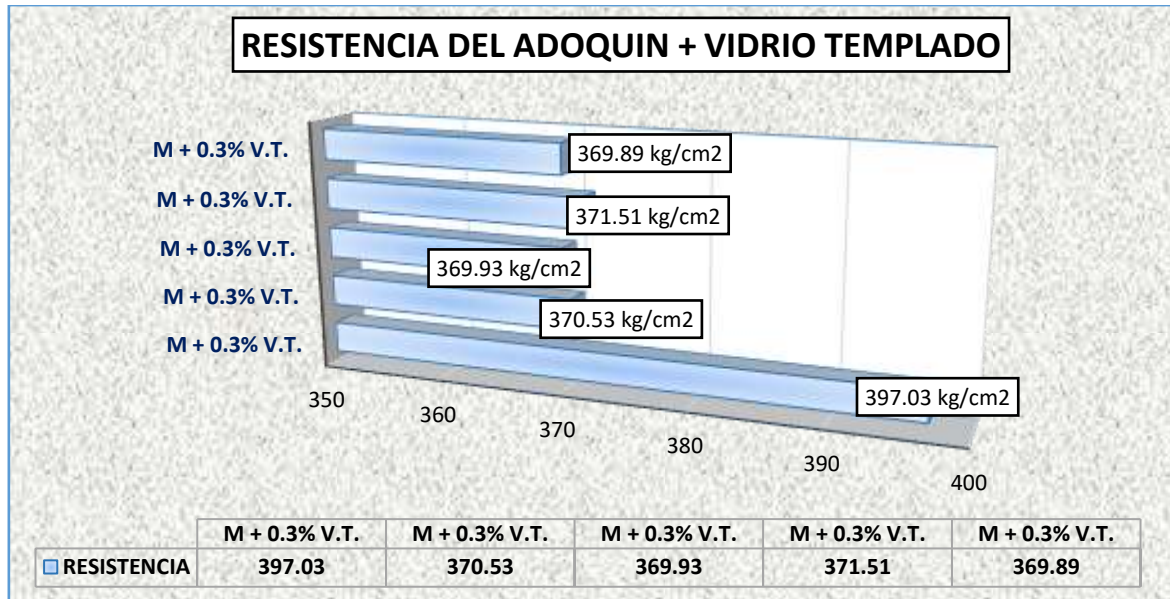
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.3% V.T.	28		74205	397.03
2	M + 0.3% V.T.	28		74106	370.53
3	M + 0.3% V.T.	28	200	73986	369.93
4	M + 0.3% V.T.	28		74301	371.51
5	M + 0.3% V.T.	28		73977	369.89
<b>Promedio</b>					370.58

*Nota.* Laboratorio

Se presenta la resistencia de adoquines con 0.3% de vidrio templado a los 28 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura oscilan entre 369.89 kg/cm<sup>2</sup> y 397.03 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 370.58 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 20**

*Capacidad en 28 días.*



Se muestra la resistencia de adoquines con 0.3% de vidrio templado a los 28 días de curado. Los datos de esfuerzo de rotura varían entre 369.89 kg/cm<sup>2</sup> y 397.03 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 370.58 kg/cm<sup>2</sup>.

### Resistencia del Adoquín + 0,6% Vidrio templado reciclado.

**Tabla 51**

*Resistencia a la compresión del adoquín + 0,6% vidrio templado en 7 días.*

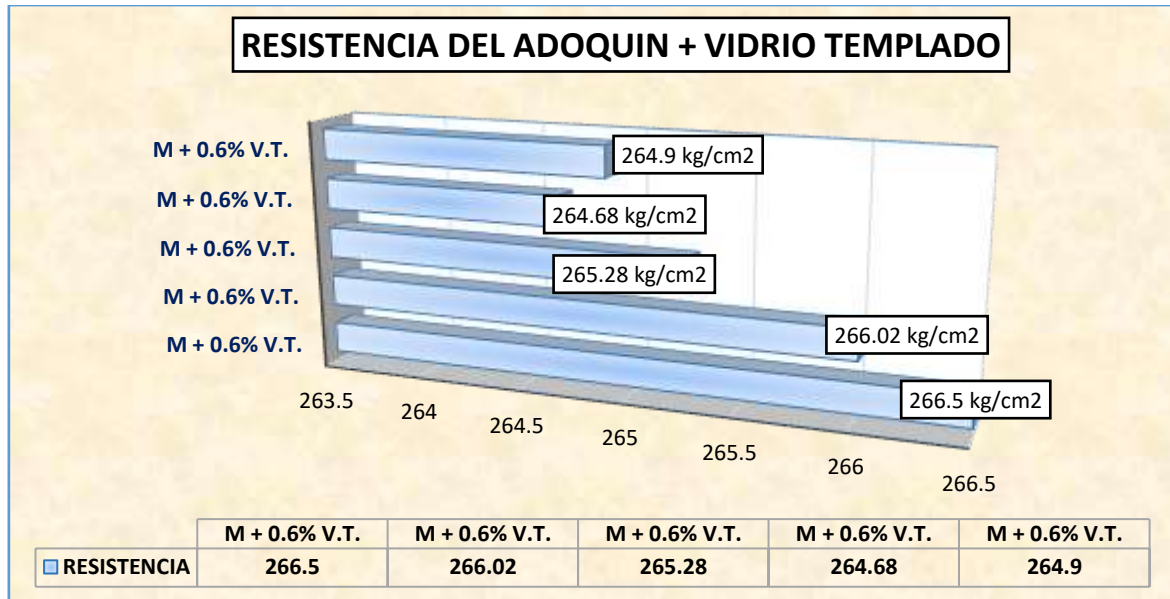
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.6% V.T.	7		53300	266.50
2	M + 0.6% V.T.	7		53204	266.02
3	M + 0.6% V.T.	7	200	53055	265.28
4	M + 0.6% V.T.	7		52936	264.68
5	M + 0.6% V.T.	7		52979	264.90
<b>Promedio</b>					265.47

*Nota.* Laboratorio

Se presenta la resistencia de adoquines con 0.6% de vidrio templado a los 7 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura oscilan entre 264.68 kg/cm<sup>2</sup> y 266.50 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 265.47 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 21**

Capacidad en 7 días.



Se muestra la resistencia de adoquines con 0.6% de vidrio templado a los 7 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura varían entre 264.68 kg/cm<sup>2</sup> y 266.50 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 265.47 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 52**

Resistencia a la compresión del adoquín + 0,6% vidrio templado en 14 días.

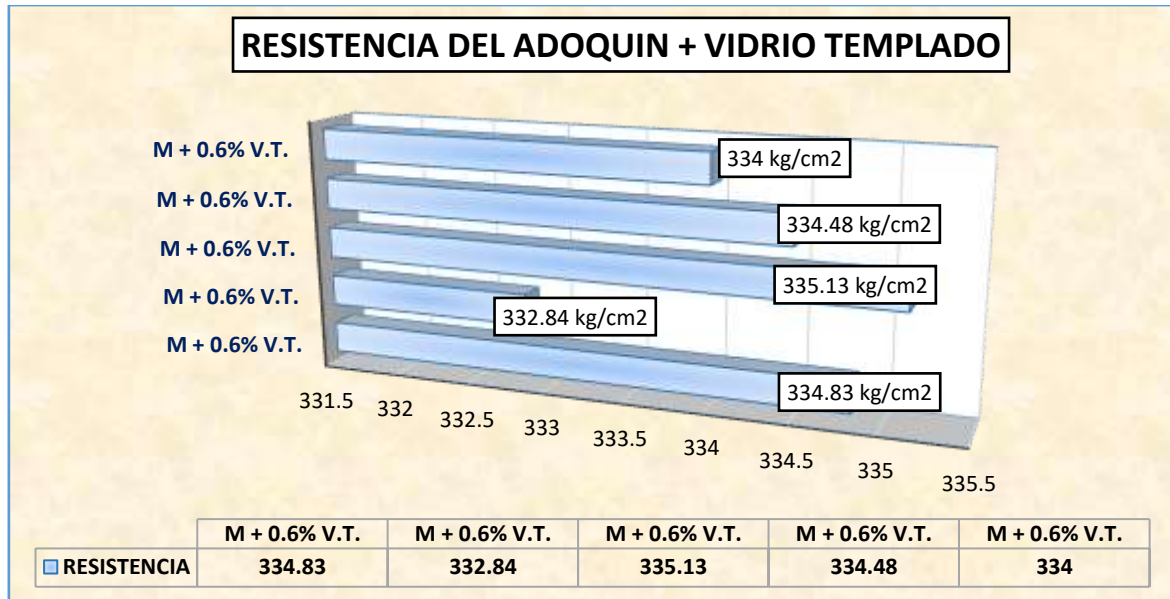
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.6% V.T.	14		66965	334.83
2	M + 0.6% V.T.	14		66568	332.84
3	M + 0.6% V.T.	14	200	67025	335.13
4	M + 0.6% V.T.	14		66896	334.48
5	M + 0.6% V.T.	14		66799	334.00
<b>Promedio</b>					334.25

Nota. Laboratorio

Se presenta los resultados de la resistencia de los adoquines con 0.6% de vidrio templado a los 14 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura oscilan entre 332.84 kg/cm<sup>2</sup> y 335.13 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 334.25 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 22**

Capacidad en 14 días.



Se muestra el comportamiento de la resistencia de los adoquines con 0.6% de vidrio templado a los 14 días de curado. Se observa un rango de resistencia entre 332.84 kg/cm<sup>2</sup> y 335.13 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 334.25 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 53**

Resistencia a la compresión del adoquín + 0,6% vidrio templado en 28 días.

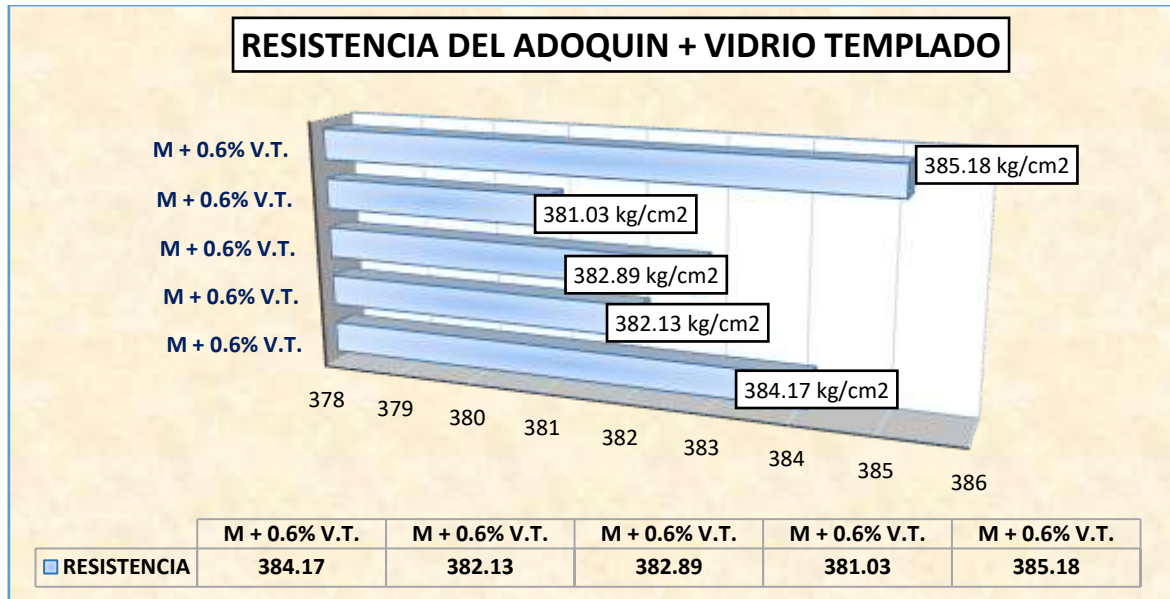
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.6% V.T.	28		76833	384.17
2	M + 0.6% V.T.	28		76425	382.13
3	M + 0.6% V.T.	28	200	76577	382.89
4	M + 0.6% V.T.	28		76205	381.03
5	M + 0.6% V.T.	28		77036	385.18
<b>Promedio</b>					383.08

Nota. Laboratorio

Se presenta los resultados de la resistencia de los adoquines con 0.6% de vidrio templado, evaluados a los 28 días de curado. Los valores obtenidos oscilan entre 381.03 kg/cm<sup>2</sup> y 385.18 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 383.08 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 23**

Capacidad en 28 días.



Se muestra el comportamiento de la resistencia a la compresión de los adoquines con 0.6% de vidrio templado a los 28 días de curado. Los valores obtenidos varían entre 381.03 kg/cm<sup>2</sup> y 385.18 kg/cm<sup>2</sup>, con una resistencia promedio de 383.08 kg/cm<sup>2</sup>.

### Resistencia del Adoquín + 0,8% Vidrio templado reciclado.

**Tabla 54**

Resistencia a la compresión del adoquín + 0,8% vidrio templado en 7 días.

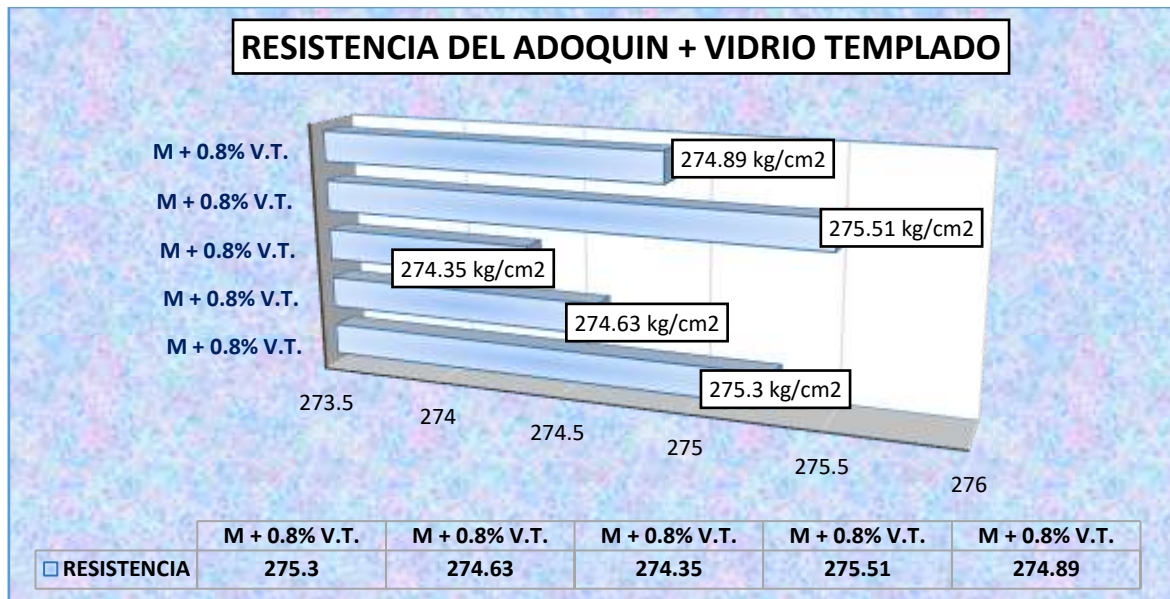
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.8% V.T.	7		55060	275.30
2	M + 0.8% V.T.	7		54925	274.63
3	M + 0.8% V.T.	7	200	54869	274.35
4	M + 0.8% V.T.	7		55102	275.51
5	M + 0.8% V.T.	7		54978	274.89
<b>Promedio</b>					274.93

Nota. Laboratorio

Se presenta los resultados de la resistencia de los adoquines con 0.8% de vidrio templado a los 7 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura oscilan entre 274.35 kg/cm<sup>2</sup> y 275.51 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 274.93 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 24**

Capacidad en 7 días.



Se muestra el comportamiento de la resistencia de los adoquines con 0.8% de vidrio templado a los 7 días de curado. Los valores de resistencia varían entre 274.35 kg/cm<sup>2</sup> y 275.51 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 274.93 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 55**

Resistencia a la compresión del adoquín + 0,8% vidrio templado en 14 días.

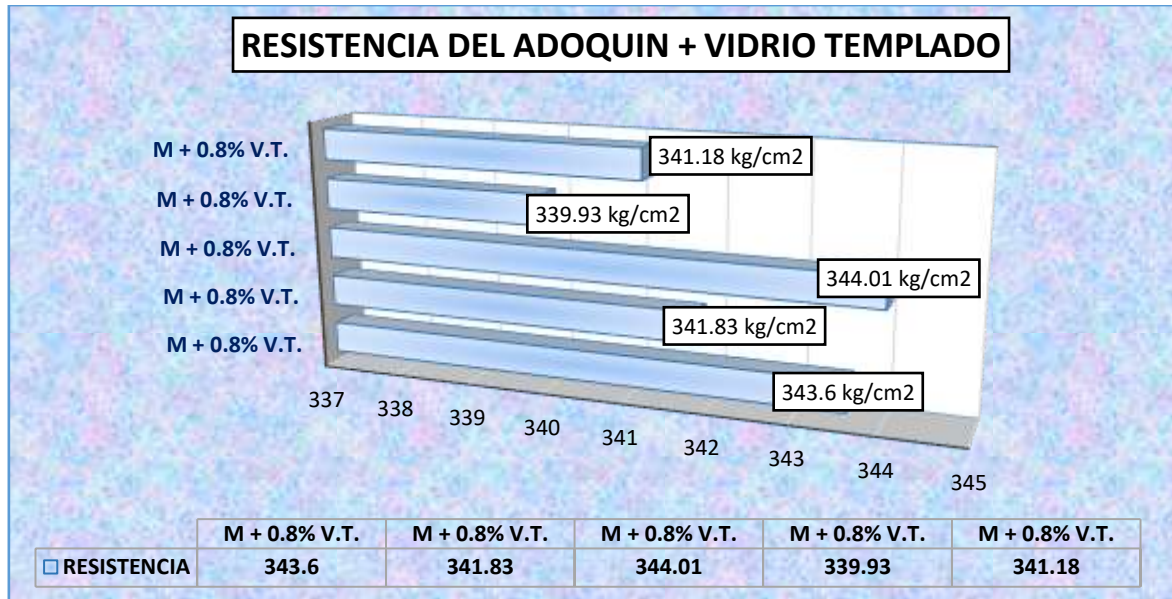
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.8% V.T.	14		68720	343.60
2	M + 0.8% V.T.	14		68365	341.83
3	M + 0.8% V.T.	14	200	68802	344.01
4	M + 0.8% V.T.	14		67986	339.93
5	M + 0.8% V.T.	14		68236	341.18
<b>Promedio</b>					342.11

Nota. Laboratorio

Se presenta los resultados de la resistencia de los adoquines con 0.8% de vidrio templado a los 14 días de curado. Los valores obtenidos oscilan entre 339.93 kg/cm<sup>2</sup> y 344.01 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 342.11 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 25**

Capacidad en 14 días.



Se muestra el comportamiento de la resistencia de los adoquines con 0.8% de vidrio templado a los 14 días de curado. Los valores obtenidos varían entre 339.93 kg/cm<sup>2</sup> y 344.01 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 342.11 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 56**

Resistencia a la compresión del adoquín + 0,8% vidrio templado en 28 días.

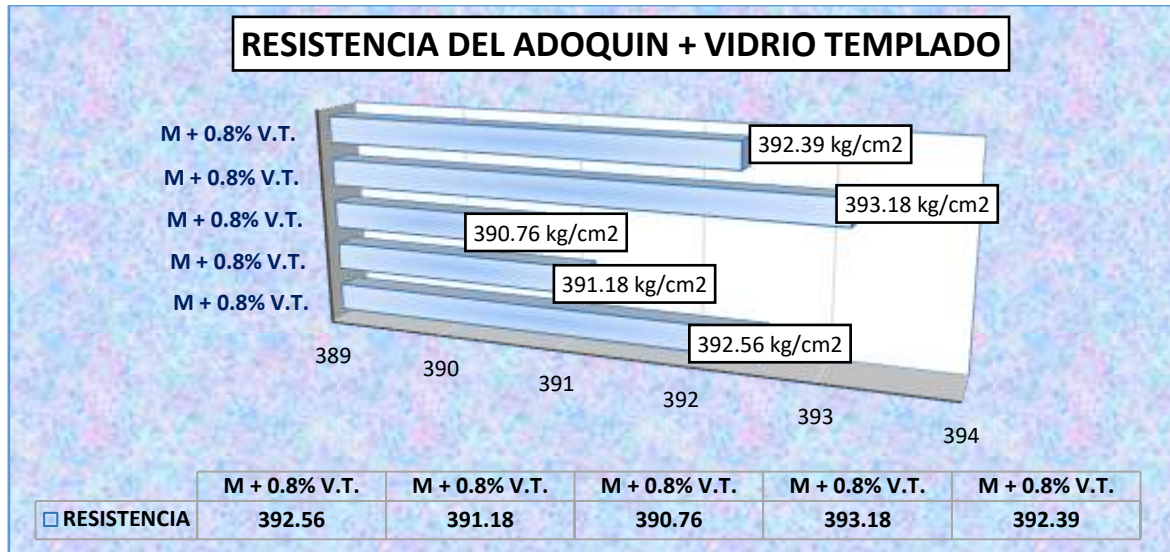
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.8% V.T.	28		78511	392.56
2	M + 0.8% V.T.	28		78236	391.18
3	M + 0.8% V.T.	28	200	78152	390.76
4	M + 0.8% V.T.	28		78635	393.18
5	M + 0.8% V.T.	28		78477	392.39
<b>Promedio</b>					392.01

Nota. Laboratorio

Se presenta los resultados de la resistencia de los adoquines con 0.8% de vidrio templado a los 28 días de curado. Los valores de esfuerzo de rotura oscilan entre 390.76 kg/cm<sup>2</sup> y 393.18 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 392.01 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 26**

Capacidad en 28 días.



Se muestra el comportamiento de la resistencia de los adoquines con 0.8% de vidrio templado a los 28 días. Los valores de esfuerzo de rotura varían entre 390.76 kg/cm<sup>2</sup> y 393.18 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 392.01 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.3.3 Resistencia del Adoquín + Desechos de cuarzo.

Resistencia del Adoquín + 0,5% Desechos de cuarzo.

**Tabla 57**

Resistencia a la compresión del adoquín + 0,5% desechos de cuarzo en 7 días.

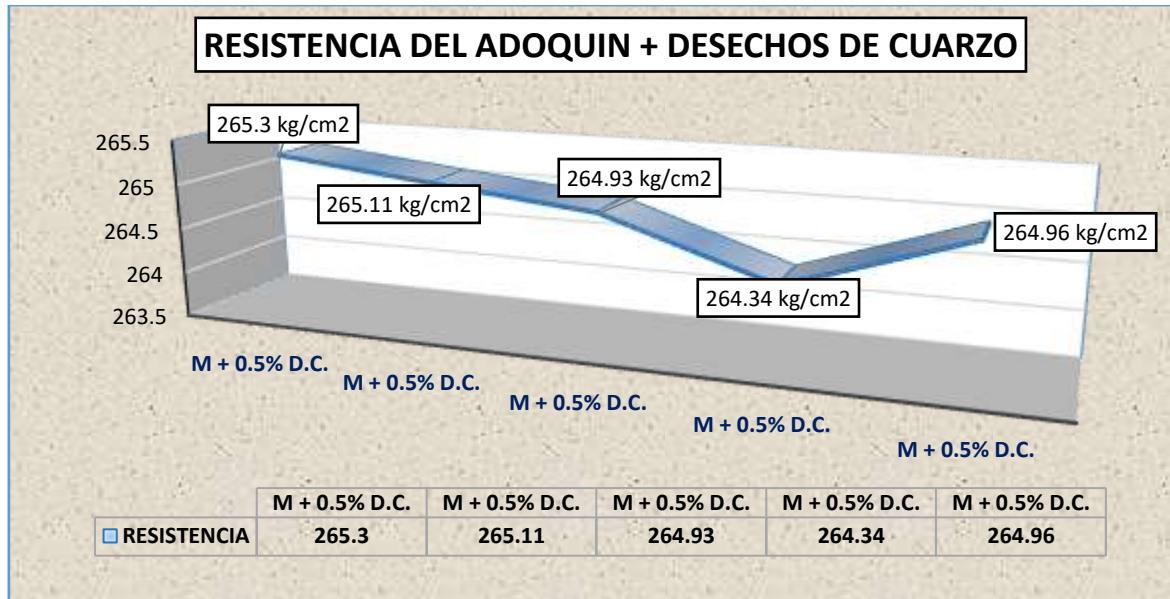
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.5% D.C.	7		53060	265.30
2	M + 0.5% D.C.	7		53021	265.11
3	M + 0.5% D.C.	7	200	52985	264.93
4	M + 0.5% D.C.	7		52867	264.34
5	M + 0.5% D.C.	7		52991	264.96
<b>Promedio</b>					264.92

Nota. Laboratorio

Se presenta los valores de resistencia de los adoquines con 0.5% de desechos de cuarzo a los 7 días de curado. Los esfuerzos de rotura oscilan entre 264.34 kg/cm<sup>2</sup> y 265.30 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 264.92 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 27**

Capacidad en 7 días.



Se muestra la variación en la resistencia de los adoquines con 0.5% de desechos de cuarzo a los 7 días. Se observa que los valores de esfuerzo de rotura oscilan entre 264.34 kg/cm<sup>2</sup> y 265.30 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 264.92 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 58**

Resistencia a la compresión del adoquín + 0,5% desechos de cuarzo en 14 días.

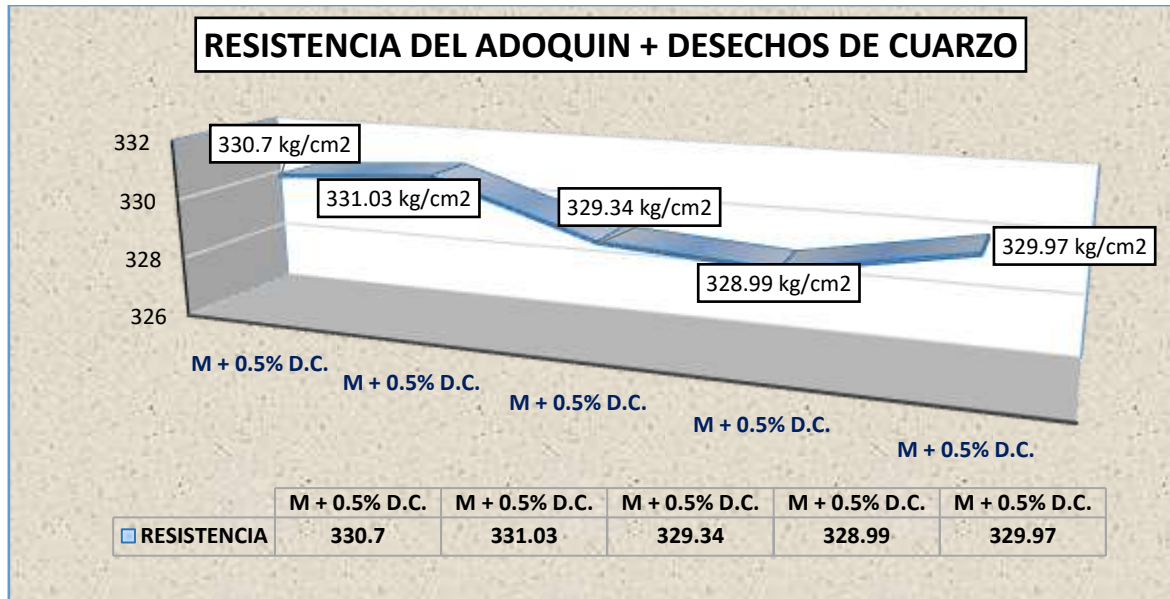
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.5% D.C.	14		66140	330.70
2	M + 0.5% D.C.	14		66205	331.03
3	M + 0.5% D.C.	14	200	65868	329.34
4	M + 0.5% D.C.	14		65796	328.99
5	M + 0.5% D.C.	14		65993	329.97
<b>Promedio</b>					330.00

Nota. Laboratorio

Se presenta la resistencia de los adoquines con 0.5% de desechos de cuarzo a los 14 días. Los valores de esfuerzo de rotura varían entre 328.99 kg/cm<sup>2</sup> y 331.03 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 330.00 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 28**

Capacidad en 14 días.



Se muestra el comportamiento de la resistencia de los adoquines con 0.5% de desechos de cuarzo a los 14 días. Se observa una variación de los valores entre 328.99 kg/cm<sup>2</sup> y 331.03 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 330.00 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 59**

Resistencia a la compresión del adoquín + 0,5% desechos de cuarzo en 28 días.

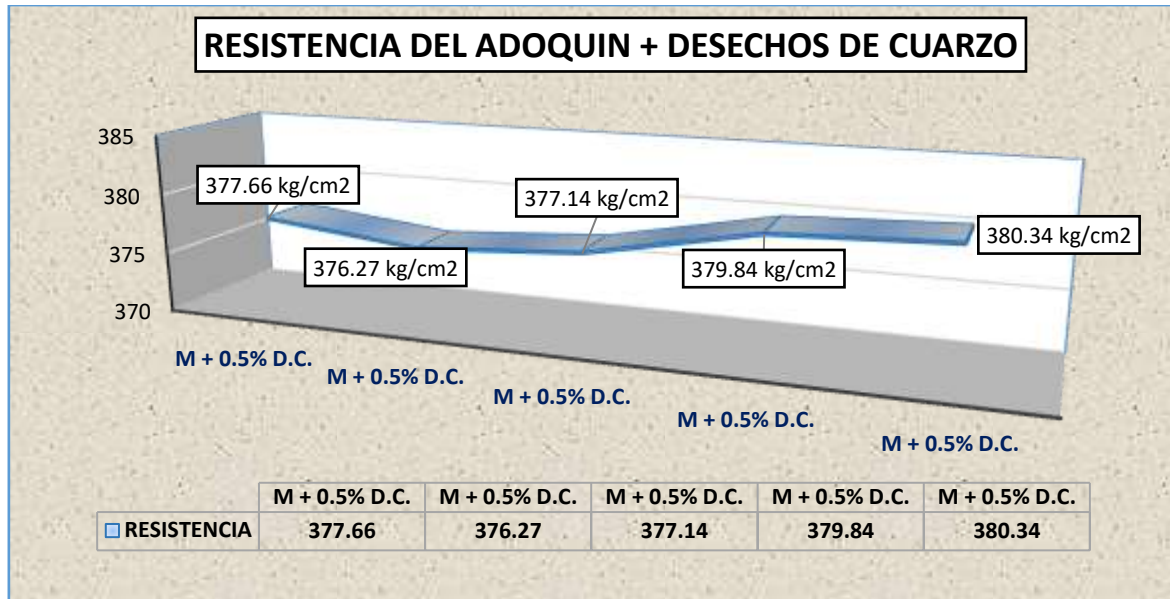
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 0.5% D.C.	28		75531	377.66
2	M + 0.5% D.C.	28		75253	376.27
3	M + 0.5% D.C.	28	200	75427	377.14
4	M + 0.5% D.C.	28		75968	379.84
5	M + 0.5% D.C.	28		76068	380.34
<b>Promedio</b>					378.25

Nota. Laboratorio

Se presenta los valores de resistencia de los adoquines con 0.5% de desechos de cuarzo a los 28 días. Se observa que los valores fluctúan entre 376.27 kg/cm<sup>2</sup> y 380.34 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 378.25 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 29**

Capacidad en 28 días.



Se muestra el comportamiento de la resistencia de los adoquines con 0.5% de desechos de cuarzo a los 28 días. Se observa un rango de valores entre 376.27 kg/cm<sup>2</sup> y 380.34 kg/cm<sup>2</sup>, con una tendencia de incremento en la resistencia.

**Resistencia del Adoquín + 1.0% Desechos de cuarzo.**

**Tabla 60**

Resistencia a la compresión del adoquín + 1.0% desechos de cuarzo en 7 días.

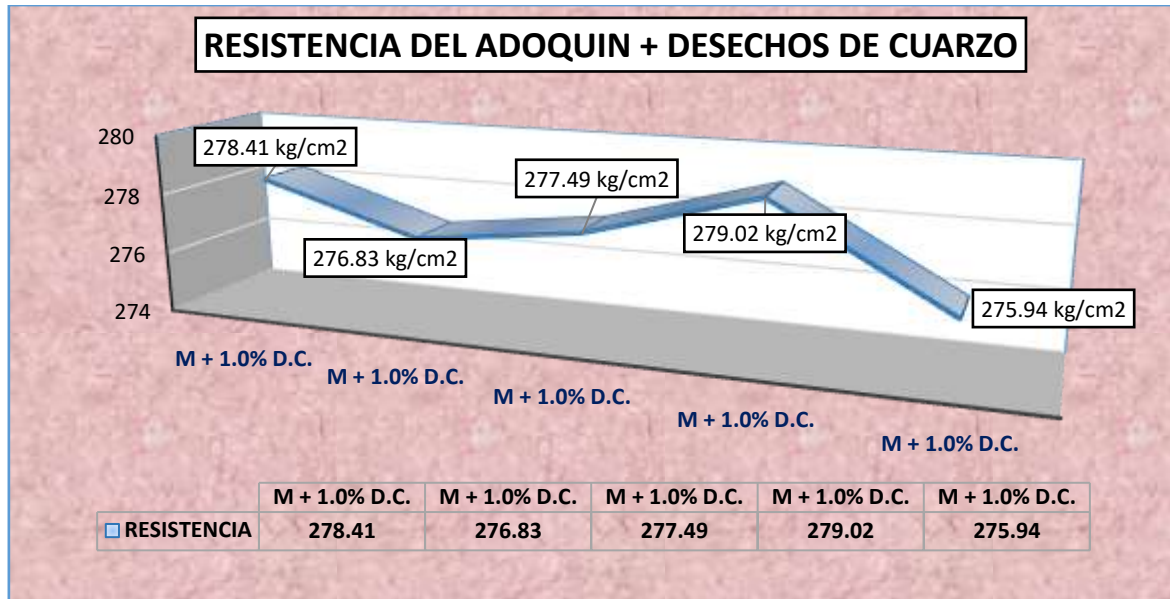
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 1.0% D.C.	7		55682	278.41
2	M + 1.0% D.C.	7		55366	276.83
3	M + 1.0% D.C.	7	200	55498	277.49
4	M + 1.0% D.C.	7		55803	279.02
5	M + 1.0% D.C.	7		55188	275.94
<b>Promedio</b>					277.54

Nota. Laboratorio

Se presenta la resistencia de los adoquines con 1.0% de desechos de cuarzo a los 7 días de curado. Se observa que la resistencia varía entre 275.94 kg/cm<sup>2</sup> y 279.02 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 277.54 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 30**

Capacidad en 7 días.



Se muestra el comportamiento de la resistencia de los adoquines con 1.0% de desechos de cuarzo a los 7 días de curado. Se denota una variación en la resistencia entre 275.94 kg/cm<sup>2</sup> y 279.02 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 277.54 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 61**

Resistencia a la compresión del adoquín + 1.0% desechos de cuarzo en 14 días.

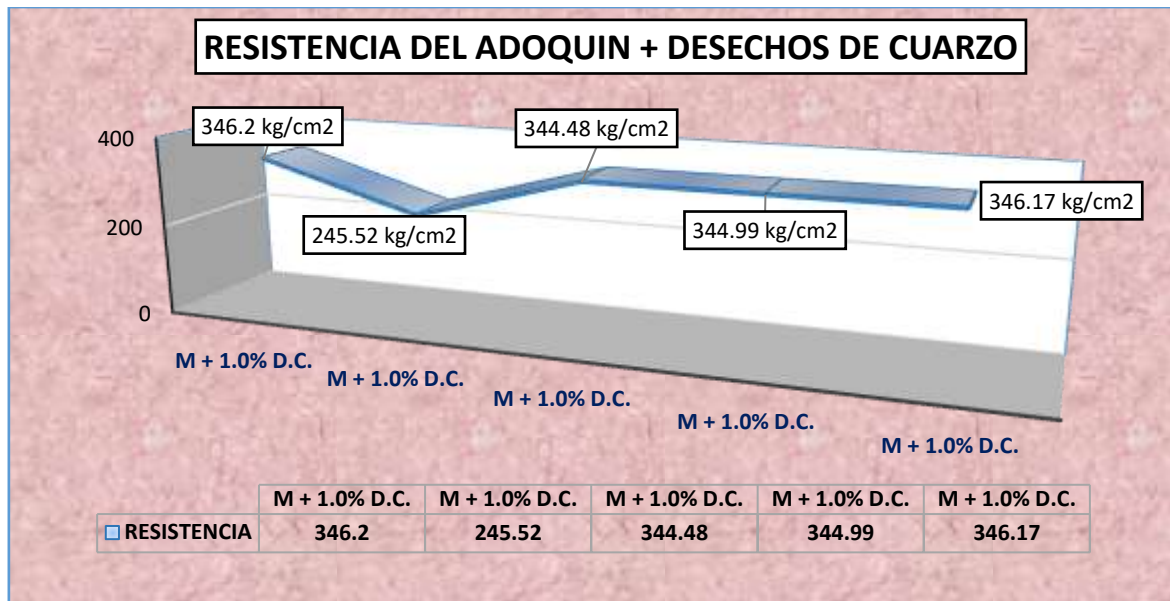
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 1.0% D.C.	14		69240	346.20
2	M + 1.0% D.C.	14		69103	345.52
3	M + 1.0% D.C.	14	200	68896	344.48
4	M + 1.0% D.C.	14		68997	344.99
5	M + 1.0% D.C.	14		69233	346.17
<b>Promedio</b>					345.47

Nota. Laboratorio

Se presenta la resistencia de los adoquines con 1.0% de desechos de cuarzo a los 14 días de curado. Se observa que los valores de resistencia tasan entre 344.48 kg/cm<sup>2</sup> y 346.20 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 345.47 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 31**

Capacidad en 14 días.



Se muestra el comportamiento de la resistencia del adoquín con 1.0% de desechos de cuarzo a los 14 días de curado. Se observa una variación en la resistencia con valores entre 245.52 kg/cm<sup>2</sup> y 346.20 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo un promedio de 345.47 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 62**

Resistencia a la compresión del adoquín + 1.0% desechos de cuarzo en 28 días.

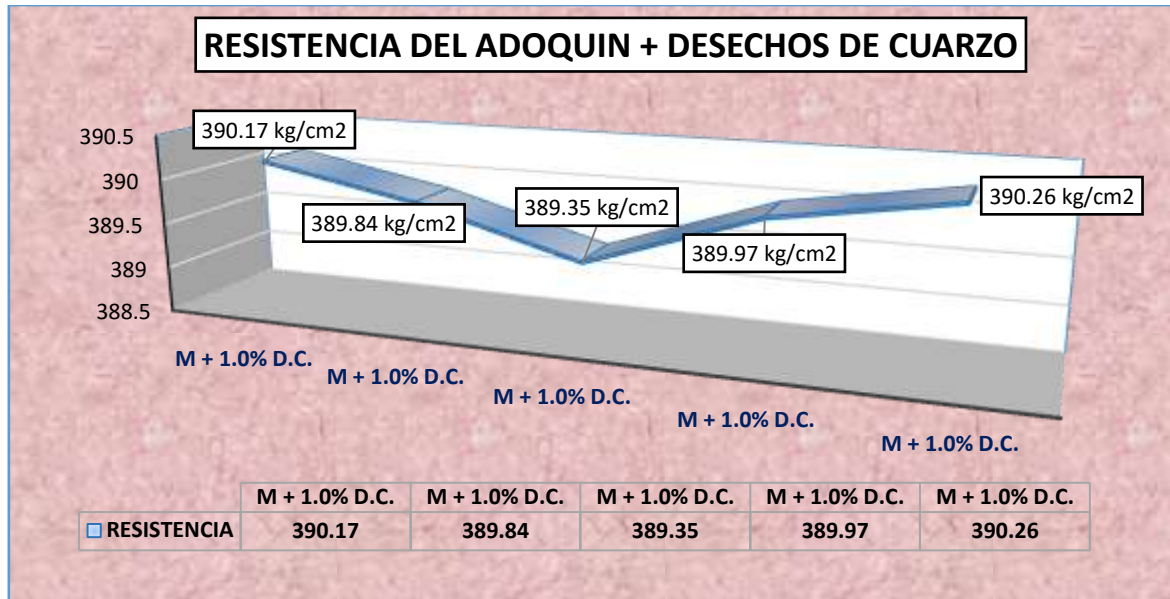
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 1.0% D.C.	28		78033	390.17
2	M + 1.0% D.C.	28		77968	389.84
3	M + 1.0% D.C.	28	200	77869	389.35
4	M + 1.0% D.C.	28		77993	389.97
5	M + 1.0% D.C.	28		78051	390.26
<b>Promedio</b>					389.91

Nota. Laboratorio

Se presenta los resultados de resistencia del adoquín con 1.0% de desechos de cuarzo en 28 días de curado. Se observa un promedio de 389.91 kg/cm<sup>2</sup>, con valores individuales que oscilan entre 389.35 kg/cm<sup>2</sup> y 390.26 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 32**

Capacidad en 28 días.



Se representa el comportamiento de la resistencia a la compresión del adoqueín con 1.0% de desechos de cuarzo a los 28 días de curado. Los datos de resistencia fluctúan entre 389.35 kg/cm<sup>2</sup> y 390.26 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 389.91 kg/cm<sup>2</sup>.

**Resistencia del adoqueín + 1.5% Desechos de cuarzo.**

**Tabla 63**

Resistencia a la compresión del adoqueín + 1.5% desechos de cuarzo en 7 días.

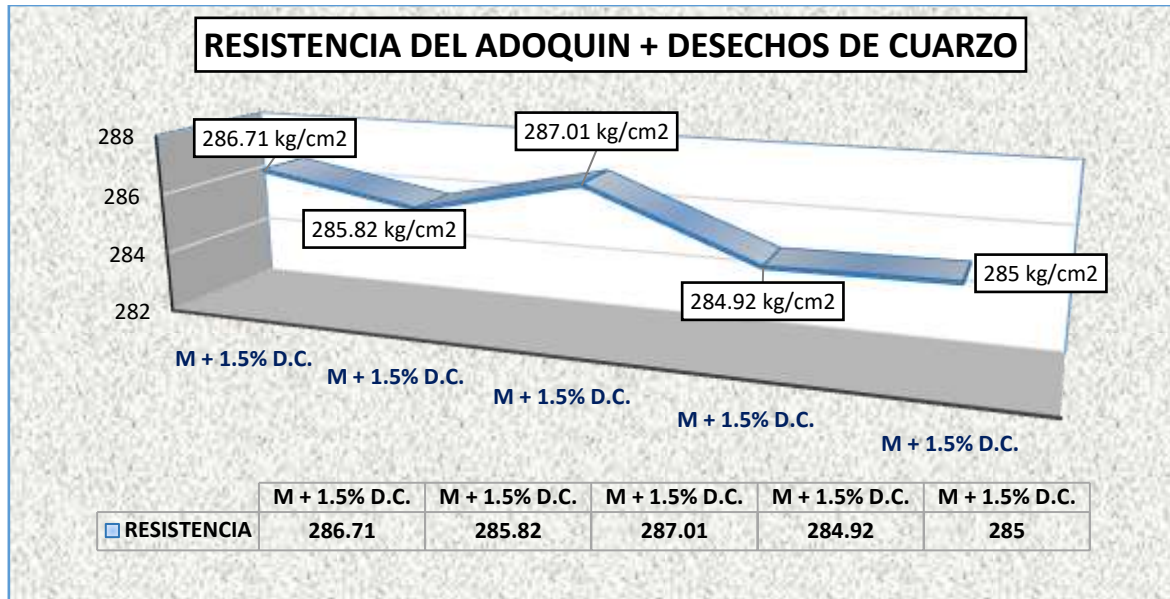
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 1.5% D.C.	7		57341	286.71
2	M + 1.5% D.C.	7		57163	285.82
3	M + 1.5% D.C.	7	200	57402	287.01
4	M + 1.5% D.C.	7		56983	284.92
5	M + 1.5% D.C.	7		56999	285.00
<b>Promedio</b>					285.89

Nota. Laboratorio

Se ilustra la resistencia del adoqueín con 1.5% de desechos de cuarzo a los 7 días de curado. Los valores obtenidos varían entre 284.92 kg/cm<sup>2</sup> y 287.01 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 285.89 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 33**

Capacidad en 7 días.



Se presenta el comportamiento de la resistencia del adoquín con 1.5% de desechos de cuarzo a los 7 días de curado. Los datos de resistencia varían entre 284.92 kg/cm<sup>2</sup> y 287.01 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 285.89 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 64**

Resistencia a la compresión del adoquín + 1.5% desechos de cuarzo en 14 días.

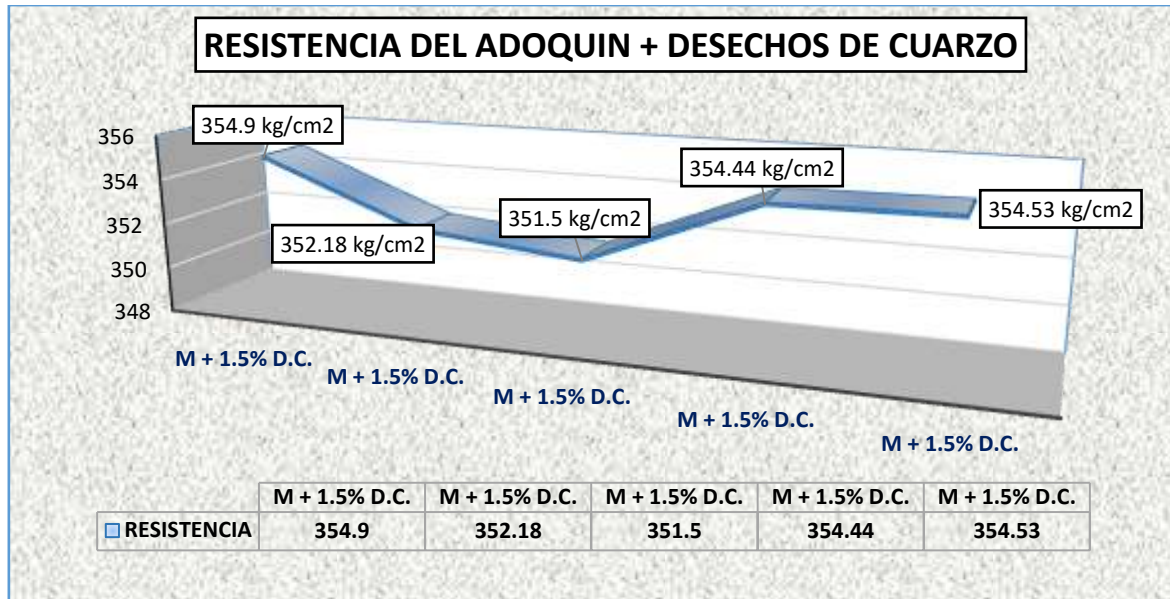
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 1.5% D.C.	14		70980	354.90
2	M + 1.5% D.C.	14		70436	352.18
3	M + 1.5% D.C.	14	200	70299	351.50
4	M + 1.5% D.C.	14		70887	354.44
5	M + 1.5% D.C.	14		70906	354.53
<b>Promedio</b>					353.51

Nota. Laboratorio

Se ilustra la resistencia del adoquín con 1.5% de desechos de cuarzo a los 14 días de curado. Los valores obtenidos oscilan entre 351.50 kg/cm<sup>2</sup> y 354.90 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 353.51 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 34**

Capacidad en 14 días.



Se representa el comportamiento de la resistencia del adoquín con 1.5% de desechos de cuarzo en 14 días de curado. Se nota una variación de la resistencia entre 351.5 kg/cm<sup>2</sup> y 354.9 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 353.51 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 65**

Resistencia a la compresión del adoquín + 1.5% desechos de cuarzo en 28 días.

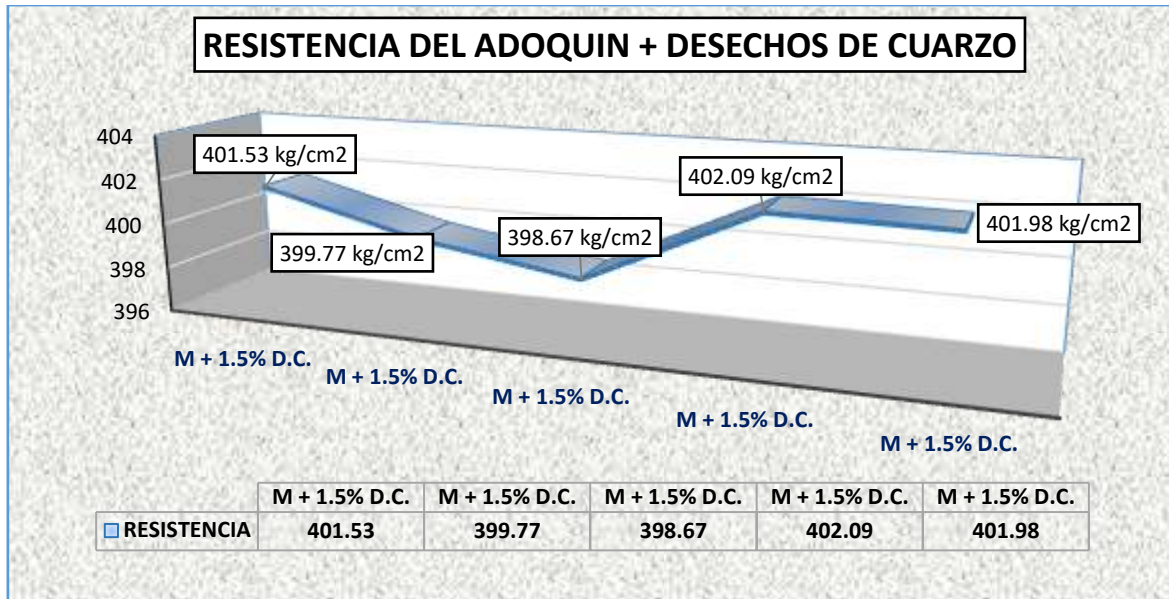
Nº	Muestras	Edad	Área Cm2	Carga Kg	Esf. De Rotura Kg/Cm2
1	M + 1.5% D.C.	28		80305	401.53
2	M + 1.5% D.C.	28		79953	399.77
3	M + 1.5% D.C.	28	200	79733	398.67
4	M + 1.5% D.C.	28		80417	402.09
5	M + 1.5% D.C.	28		80296	401.98
<b>Promedio</b>					400.70

Nota. Laboratorio

Se ilustra la resistencia del adoquín con 1.5% de desechos de cuarzo a los 28 días de curado. Se observa un promedio de resistencia de 400.70 kg/cm<sup>2</sup>, con valores que oscilan entre 398.67 kg/cm<sup>2</sup> y 402.09 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 35**

Capacidad en 28 días.



Se presenta el comportamiento de la resistencia a la compresión del adoquín con 1.5% de desechos de cuarzo en 28 días de curado. Se nota una variación en los valores, con una resistencia máxima de 402.09 kg/cm<sup>2</sup> y una mínima de 398.67 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando un promedio de 400.70 kg/cm<sup>2</sup>.

### Cuadros Comparativos.

**Tabla 66**

Comparación de absorción del adoquín + vidrio templado.

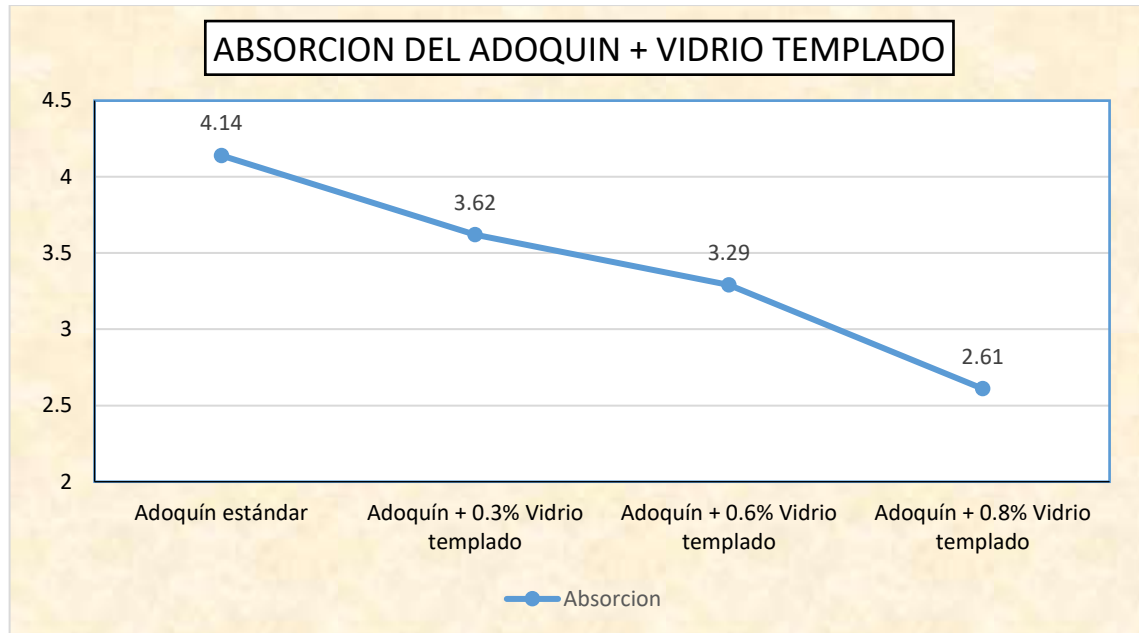
MUESTRAS	ENSAYOS ABSORCIÓN
Adoquín estándar	4.14%
Adoquín + 0.3% Vidrio templado	3.62%
Adoquín + 0.6% Vidrio templado	3.29%
Adoquín + 0.8% Vidrio templado	2.61%

*Nota.* Elaboración propia

Se muestra la comparación de absorción entre el adoquín estándar y con vidrio templado en diferentes proporciones. Se observa una disminución progresiva en la absorción conforme aumenta el contenido de vidrio, alcanzando un mínimo de 2.61% con 0.8% de vidrio templado, lo que indica una mejora en la impermeabilidad del material.

**Figura 36**

*Capacidad de la absorción adoquín + vidrio templado.*



Se muestra la variación en la absorción del adoquín con la incorporación de vidrio templado en distintos porcentajes. Se observa una tendencia decreciente, donde la absorción disminuye de 4.14% a 2.61% al incrementar la proporción de vidrio templado, indicando una mejora en la impermeabilidad del material.

**Tabla 67**

*Comparación de absorción del adoquín + desechos de cuarzo.*

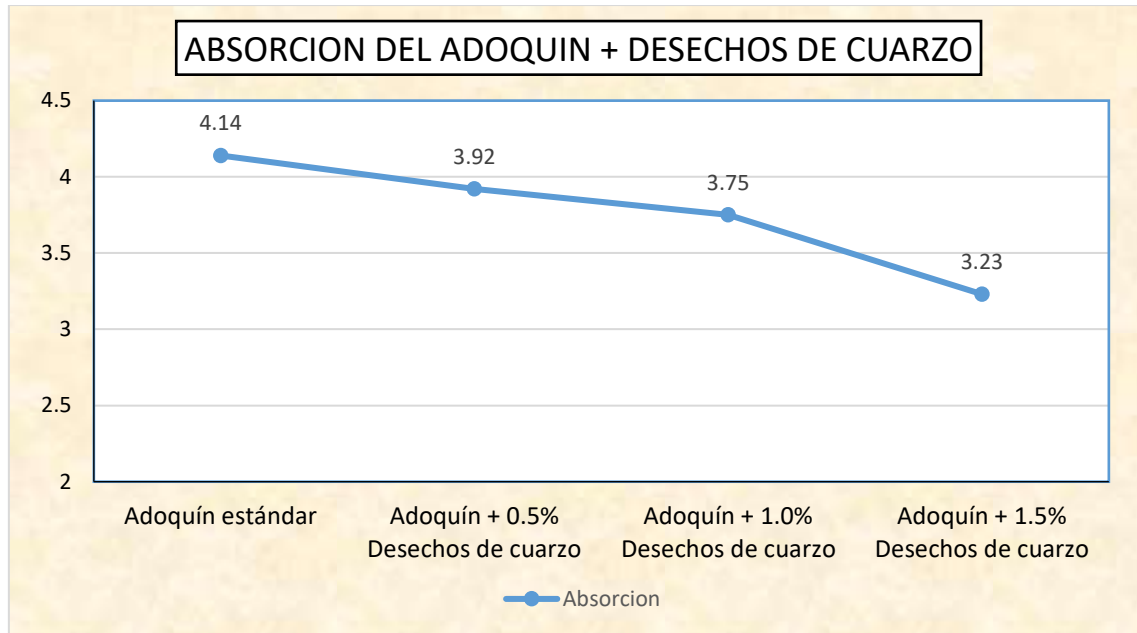
MUESTRAS	ENSAYOS ABSORCIÓN
Adoquín estándar	4.14%
Adoquín + 0.5% Desechos de cuarzo	3.92%
Adoquín + 1.0% Desechos de cuarzo	3.75%
Adoquín + 1.5% Desechos de cuarzo	3.23%

*Nota.* Elaboración propia

Se presenta la comparación de absorción entre el adoquín estándar y con desechos de cuarzo en diferentes proporciones. Se evidencia una reducción progresiva en la absorción del material, alcanzando un mínimo de 3.23% con 1.5% de desechos de cuarzo, lo que sugiere una mejora en la durabilidad e impermeabilidad del adoquín.

**Figura 37**

*Capacidad de la absorción adoquín + desechos de cuarzo.*



Se muestra la variación en la absorción del adoquín con la incorporación de desechos de cuarzo en distintos porcentajes. Se observa una reducción progresiva en la absorción del material, disminuyendo de 4.14% a 3.23%, lo que indica una mejor impermeabilidad con el aumento de desechos de cuarzo.

**Tabla 68**

*Cambio dimensiones del adoquín + vidrio templado.*

MUESTRAS	ALTO	ANCHO	LARGO
Adoquín estándar	1.23	0.72	0.52
Adoquín + 0.3% Vidrio templado	1.17	0.50	0.18
Adoquín + 0.6% Vidrio templado	1.47	0.80	0.62
Adoquín + 0.8% Vidrio templado	1.50	0.94	0.22

*Nota.* Elaboración propia

Se observa que la incorporación de vidrio templado afecta principalmente las dimensiones del ancho y largo, con cambios menores en la altura. Estos resultados permiten evaluar la influencia del vidrio templado en las propiedades geométricas del adoquín para aplicaciones estructurales.

**Tabla 69**

*Cambio dimensiones del adoquín + desechos de cuarzo.*

MUESTRAS	ALTO	ANCHO	LARGO
Adoquín estándar	1.23	0.72	0.52
Adoquín + 0.5% Desechos de cuarzo	1.90	0.38	0.30
Adoquín + 1.0% Desechos de cuarzo	1.10	0.60	0.40
Adoquín + 1.5% Desechos de cuarzo	0.80	0.78	0.47

*Nota.* Elaboración propia

Se observan variaciones significativas en las tres dimensiones, destacando una disminución en altura y fluctuaciones en ancho y largo según la proporción añadida. Estos resultados permiten analizar el impacto de los desechos de cuarzo en las propiedades geométricas del adoquín para su uso estructural.

**Tabla 70**

*Resistencias alcanzadas de adoquín + vidrio templado.*

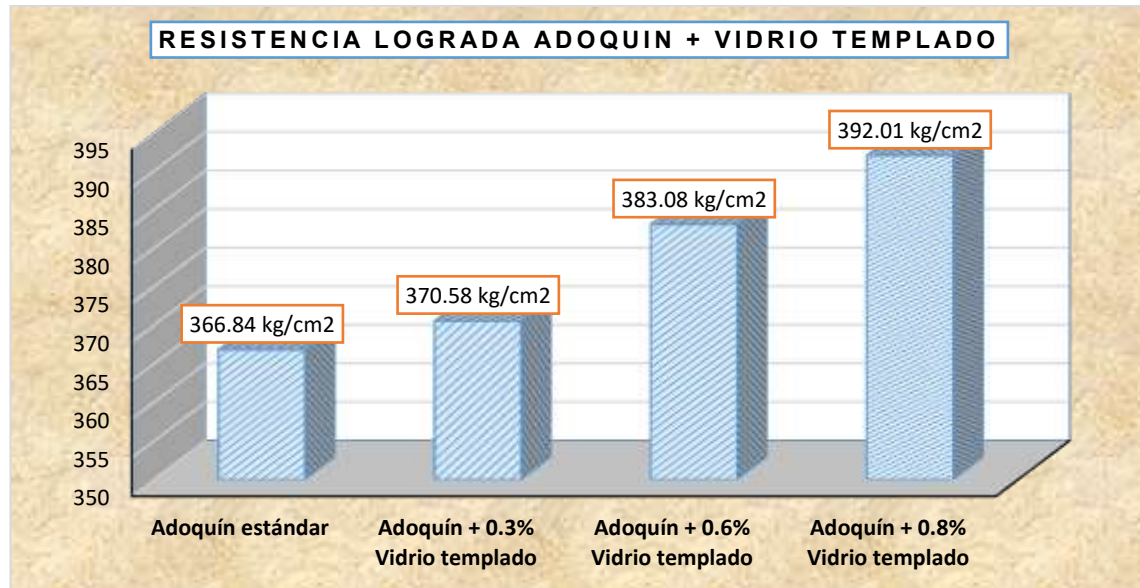
MUESTRAS	RESISTENCIAS LOGRADAS (KG/CM2)
Adoquín estándar	366.84 Kg/cm <sup>2</sup>
Adoquín + 0.3% Vidrio templado	370.58 Kg/cm <sup>2</sup>
Adoquín + 0.6% Vidrio templado	383.08 Kg/cm <sup>2</sup>
Adoquín + 0.8% Vidrio templado	392.01 Kg/cm <sup>2</sup>

*Nota.* Elaboración propia

Se presenta las resistencias alcanzadas por los adoquines con diferentes porcentajes de vidrio templado. Se observa que, en comparación con el adoquín estándar (366.84 kg/cm<sup>2</sup>), la adición de vidrio templado mejora la resistencia. El incremento es progresivo, alcanzando un máximo de 392.01 kg/cm<sup>2</sup> con 0.8% de vidrio templado, lo que indica una tendencia positiva en la mejora de propiedades mecánicas.

**Figura 38**

*Capacidad de resistencias adoquín + vidrio templado.*



Se muestra el comportamiento de la resistencia del adoquín con la adición de vidrio templado. Se observa un incremento progresivo desde 366.84 kg/cm<sup>2</sup> en el adoquín estándar hasta 392.01 kg/cm<sup>2</sup> con 0.8% de vidrio templado. Esto sugiere que el vidrio templado mejora la resistencia mecánica del material.

**Tabla 71**

*Resistencias alcanzadas de adoquín + desechos de cuarzo.*

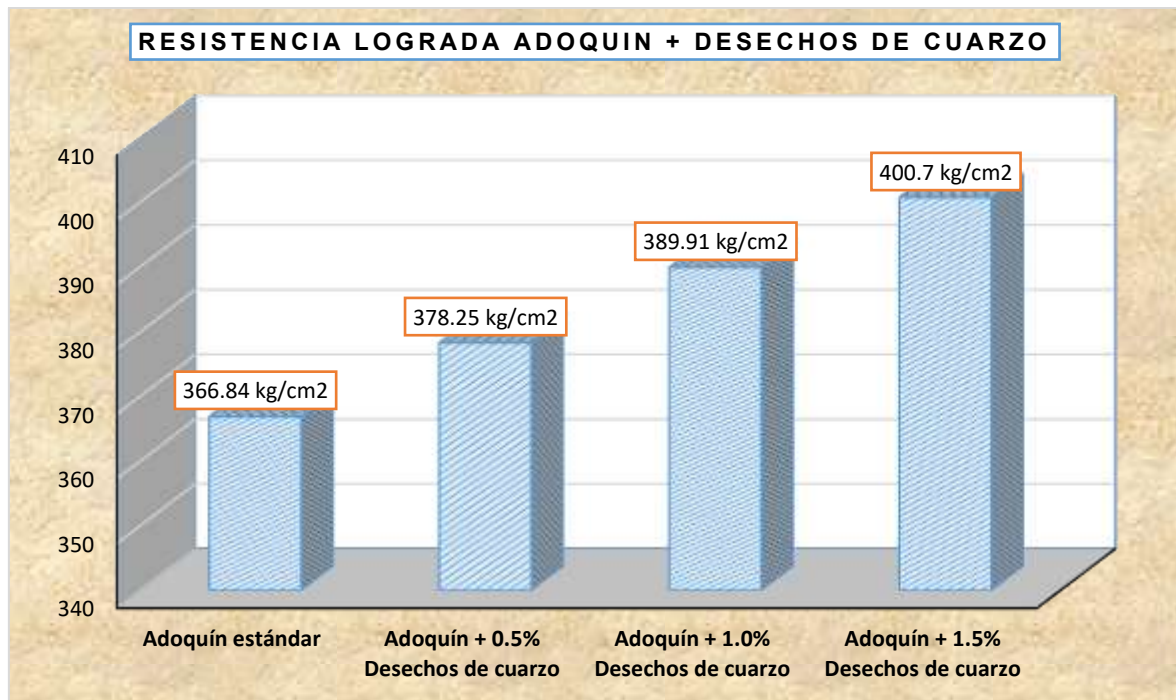
MUESTRAS	RESISTENCIAS LOGRADAS (KG/CM <sup>2</sup> )
Adoquín estándar	366.84 Kg/cm <sup>2</sup>
Adoquín + 0.5% Desechos de cuarzo	378.25 Kg/cm <sup>2</sup>
Adoquín + 1.0% Desechos de cuarzo	389.91 Kg/cm <sup>2</sup>
Adoquín + 1.5% Desechos de cuarzo	400.70 Kg/cm <sup>2</sup>

*Nota.* Elaboración propia

Se muestra que la resistencia del adoquín aumenta con adición de desechos de cuarzo. El adoquín estándar tiene 366.84 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con 1.5% de desechos de cuarzo alcanza 400.70 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica una mejora en la resistencia mecánica del material.

**Figura 39**

*Capacidad de resistencias adoquín + desechos de cuarzo.*



Se muestra la resistencia del adoquín con diferentes porcentajes de desechos de cuarzo. Se ve un aumento progresivo de la resistencia desde 366.84 kg/cm<sup>2</sup> en el adoquín estándar hasta 400.7 kg/cm<sup>2</sup> con un 1.5% de desechos de cuarzo. Esto indica que la adición de este material mejora las cualidades mecánicas del adoquín.

## 4.2 Discusión de resultados.

### Estudio de Ccallo et al. (2020): Residuos de Vidrio en Ladrillos Ecológicos

Este estudio evaluó la incorporación de vidrio reciclado en la fabricación de ladrillos ecológicos en Puno. Se concluyó que la adición de hasta un 10% de vidrio molido mejoraba significativamente la resistencia mecánica sin afectar negativamente la absorción de agua del material.

En comparación con los resultados obtenidos en este estudio, se observa una tendencia similar:



- La adición de vidrio templado reciclado en los adoquines mostró un incremento en la resistencia a la compresión hasta un 0.6%, con una mejora óptima entre 0.3% y 0.6%.
- La absorción de agua en los adoquines disminuyó a medida que aumentaba el contenido de vidrio, lo que indica una reducción de la porosidad del concreto.
- Esto sugiere que el vidrio reciclado puede ser un material viable para mejorar las propiedades estructurales de los adoquines sin comprometer su durabilidad.

### **Estudio de Quispe y Mamani (2019): Uso de Cuarzo en Concreto en Altura**

En esta investigación, se analizó el uso de residuos industriales, incluyendo el cuarzo, en la fabricación de concreto en zonas de alta altitud. Se encontró que la incorporación de cuarzo en la mezcla mejoraba:

- La resistencia a la abrasión, lo que aumenta la durabilidad del material en entornos agresivos.
- La estabilidad dimensional, reduciendo deformaciones y asegurando una mayor uniformidad en las estructuras de concreto.

Los resultados obtenidos en este estudio confirman hallazgos similares:

- La adición de desechos de cuarzo en los adoquines mejoró su estabilidad estructural, con variaciones mínimas en sus dimensiones.
- La resistencia mecánica de los adoquines aumentó con la incorporación de cuarzo, lo que indica que este material contribuye a mejorar la cohesión y durabilidad del concreto.

### **Estudio de Flores (2021): Agregados Reciclados en Pavimentos de Puno**

Este estudio investigó el uso de agregados reciclados en la fabricación de pavimentos en Puno, demostrando que la sustitución parcial de agregados convencionales por materiales reciclados:



- Reduce el impacto ambiental sin afectar la calidad del concreto.
- Mantiene o mejora las propiedades mecánicas del material.

Los resultados de esta investigación refuerzan estos hallazgos, ya que el uso de vidrio templado y desechos de cuarzo en los adoquines permitió:

- Mantener la resistencia a la compresión en niveles aceptables.
- Mejorar la sostenibilidad del material, promoviendo una construcción más ecológica y eficiente.

### **Análisis de los Resultados Obtenidos**

Los ensayos realizados en esta investigación permitieron evaluar el impacto del vidrio templado reciclado y los desechos de cuarzo en las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto.

### **Resistencia a la Compresión**

Uno de los hallazgos más relevantes fue el incremento en la resistencia a la compresión de los adoquines con la adición de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo.

- En los adoquines estándar, la resistencia media a los 28 días fue de 366.84 kg/cm<sup>2</sup>.
- En los adoquines con 0.3% de vidrio templado reciclado, la resistencia aumentó a 370.58 kg/cm<sup>2</sup>.
- En los adoquines con 0.6% de vidrio templado reciclado, la resistencia alcanzó un valor máximo de 380 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente.
- La resistencia disminuyó ligeramente en las muestras con 0.8% de vidrio, lo que indica que existe un límite óptimo de adición antes de que la cohesión del material se vea afectada.

Estos resultados coinciden con estudios previos que indican que el vidrio templado puede actuar como un agente de refuerzo en el concreto, mejorando su resistencia cuando se emplea en proporciones controladas.

### **Absorción de Agua**



El ensayo de absorción de agua evidenció que la incorporación de vidrio templado y cuarzo reduce la porosidad del concreto.

- En los adoquines estándar, el porcentaje de absorción varió entre 3.69% y 4.45%.
- En los adoquines con 0.6% de vidrio templado, la absorción se redujo a 3.18%, lo que sugiere una menor presencia de poros en la matriz del concreto.
- En los adoquines con 1.5% de desechos de cuarzo, la absorción alcanzó su menor valor de 3.08%, indicando que el cuarzo mejora la compactación del material.

La reducción en la absorción de agua implica que los adoquines podrían tener una mayor resistencia a la intemperie, aumentando su vida útil en aplicaciones de pavimentación.

### **Variación Dimensional**

Los cambios dimensionales fueron mínimos en todas las muestras, lo que confirma que la incorporación de estos materiales no afecta la estabilidad geométrica de los adoquines.

- Las variaciones en el alto, ancho y largo de los adoquines fueron inferiores al 2% en la mayoría de los casos, asegurando que el material cumple con los estándares dimensionales requeridos.

Estos resultados indican que los adoquines fabricados con vidrio templado reciclado y cuarzo mantienen su uniformidad estructural, facilitando su uso en aplicaciones constructivas sin problemas de compatibilidad dimensional.



## CONCLUSIONES

**General.** La incorporación de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo mejora las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto producidos en Yura, reduciendo la absorción y aumentando la resistencia sin afectar sus dimensiones

**Primera.** Se estableció una mezcla óptima con  $447 \text{ kg/m}^3$  de cemento,  $140 \text{ kg/m}^3$  de agua,  $1046 \text{ kg/m}^3$  de agregado grueso y  $682 \text{ kg/m}^3$  de agregado fino, a la cual se incorporaron vidrio templado reciclado en porcentajes de 0.3%, 0.6% y 0.8%, y desechos de cuarzo en 0.5%, 1.0% y 1.5%, garantizando la trabajabilidad con un asentamiento de 3 a 4 pulgadas y una relación agua/cemento de 0.38.

**Segunda.** La absorción de agua disminuyó de 4.14% en el adocquín estándar hasta 2.61% con 0.8% de vidrio templado, y hasta 3.23% con 1.5% de desechos de cuarzo, evidenciando mejoras en la impermeabilidad del material. La variación dimensional se mantuvo dentro de límites aceptables, con cambios máximos de 1.50% en altura y 0.94% en ancho para vidrio templado, y de 1.90% en altura y 0.78% en ancho para cuarzo.

**Tercera.** La resistencia a la compresión aumentó de  $366.84 \text{ kg/cm}^2$  en el adocquín patrón a  $392.01 \text{ kg/cm}^2$  con 0.8% de vidrio templado (incremento del 6.9%), y a  $400.70 \text{ kg/cm}^2$  con 1.5% de desechos de cuarzo (incremento del 9.2%), demostrando que la incorporación de estos materiales mejora significativamente la capacidad estructural del adocquín.



## RECOMENDACIONES

**Primera**, se recomienda realizar estudios de durabilidad a largo plazo, incluyendo resistencia al desgaste, ciclo de congelación y deshielo, para evaluar el comportamiento de adoquines con vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo bajo condiciones ambientales reales.

**Segunda**, se recomienda profundizar en la optimización de la dosificación y diseño de mezclas que incluyan vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo, evaluando distintos rangos porcentuales para mejorar aún más las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines.

**Tercera**, se recomienda realizar estudios complementarios sobre la durabilidad y comportamiento a largo plazo de los adoquines con adición de estos materiales reciclados, especialmente en condiciones climáticas adversas y exposición a ciclos de carga repetida.

**Cuarta**, se recomienda evaluar el impacto ambiental y económico de la producción a escala industrial de adoquines con vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en la región de Yura, considerando beneficios en reducción de residuos y costos de producción.



## REFERENCIAS

- Álvarez Landa, A. J., & Cabrera Dávila, G. M. (2023). Análisis bibliográfico comparativo técnico de bloques de concreto con plástico PET triturado y los tradicionales para mampostería. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6125>
- Arias, F. (2012). El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica. Caracas: Episteme.
- Aznar, Caceres & Romero. (2018). Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria.
- BORJA.S. (2012). METODOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIERIA CIVIL.
- Campos Nureña, J. F., & Hernandez Sanchez, I. C. (2021). Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021. Trujillo: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/27990>
- Cegara, S. J. (2019). Los métodos de investigación. España.
- Coila Pari, F. M. (2022). Comparación de la resistencia a la compresión de bloquetas normales y recicladas de concreto. Puno: Universidad Nacional del Altiplano Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18511>
- Hernandez & Baptista. (2014). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill. Mexico.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).
- Hoyos Cordova, C., & Lopez Portocarrero, M. N. (2020). Elaboración de bloques de concreto usando plástico como nuevo material en su composición: Una revisión. Lima: Universidad Peruana Unión. Obtenido de <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3210>
- Huaman Lizana, D., & Marrufo Silva, F. (2020). Evaluación de las resistencias mecánicas de ladrillos de concreto con inclusión de botellas de plástico triturado para viviendas multifamiliares, Moyobamba - 2020. Moyobamba: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55330>



- Huenece Ancco, A. K. (2022). Efectos de la ceniza de leña gibba y fibra de *Furcraea andina* sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023. Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/130926>
- Lugo Chaparro, Y. N., & Monroy Guzmán, S. F. (2020). Determinación de la resistencia a la compresión de muretes de mampostería estructural con bloques de mortero adicionados con vidrio molido como alternativa sostenible de construcción. Cartagena: Universidad de Cartagena. doi:<http://dx.doi.org/10.57799/11227/7806>
- Monterroso Girón, O. A. (2020). Diseño de una pieza de mampostería clase A, utilizando agregados de plástico triturado. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala. Obtenido de <https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/4030>
- Nicomedes. (2018). tipo de investigacion.
- Noa Huaman, M. E., & Ordoñez Claros, D. D. (2022). Adición de Fibras PET en el adobe para aumentar la capacidad resistente a la compresión, reducir: la densidad, el porcentaje de absorción de agua y la conductividad térmica en las viviendas de la zona rural de Ayacucho-Perú. Ayacucho: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/659101>
- Salas Valenzuela, J. W. (2022). "Influencia del pelo de Cuy en la producción de adobes de construcción en la comunidad Campesina de Punacancha – Distrito, Cusco, 2021. Cuzco: Universidad Cesar Vallejo.
- Santillan Vega, I., & Vela Vela, L. M. (2019). Determinación de las propiedades del bloque de concreto con incorporación de vidrio reciclado en la resistencia a la compresión, Rioja 2019. Moyobamba: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/51613>
- Aguilar Aguilar, E. (2023). Influencia del Plástico Reciclado PET en las Características Físico Mecánicas de Adoquines de Concreto para el Uso en Espacios Públicos. Repositorio Institucional - USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11102>
- Alvitres Ipanaque, H., & Córdova Pedemonte, S. P. (2021). Diseño de pavimentación con adoquines de concreto para el terminal de almacenamiento de contenedores de la planta logística Neptunia – Paita. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3280>
- Apaza Maquera, G. (2022). Análisis del comportamiento físico—Mecánico de adoquines de concreto adicionando fibra de totora para uso peatonal, distrito de Juliaca,



- Puno—2022. Repositorio Institucional - UCV.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88737>
- Armando, C. D. H. (2024). EFECTO DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA LA MEJORA DE RESISTENCIA EN ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I. Repositorio Institucional - USS.  
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/13644>
- Cabrera Ruano, J. E. (2022). Análisis técnico de mejoramiento de vías con adoquines de concreto en urbanización Villareal. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/28576>
- Canales Quilca, A., & Mamani Roque, M. R. (2021). Efecto del uso de caucho reciclado en adoquines de concreto. Repositorio Institucional - UCV.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84400>
- Cárdenas Peralta, J. C., & Guncay Bustos, A. S. (2023). Análisis de parámetros mecánicos y diseño de adoquines fabricados a partir de residuos triturados de caucho obtenido de neumáticos reciclados. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/13898>
- Cespedes Condori, G. O., & Leon Aquino, M. J. (2024). Propiedades físicas y mecánicas de concreto permeable con ceniza industrial y cal para pavimentos rígidos, Puno, 2022. Universidad Continental.  
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/16075>
- Chambi Sanchez, J. F. (2024). Resistencia mecánica de adoquines de concreto con adición de relave minero bajo efecto de helada, Puno, 2023. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/150435>
- Condori Medina, M. I. (2022). Tereftalato de polietileno reciclado para mejorar la resistencia a compresión en adoquines para pavimentos urbanos de tránsito liviano, Puno 2022. Repositorio Institucional - UCV.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98101>
- Fernández Guerrero, R. E., & García Loor, E. M. (2023). Estudio de factibilidad para el diseño e implementación de una fábrica de bloques y adoquines en una hacienda ubicada en el km 9 ½ de la vía Ibarra–San Lorenzo [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26157>
- Flores Polo, J. A., & Silva del Castillo, E. O. (2024). Evaluación del plástico de polipropileno reciclado en adoquines de concreto tipo I sobre la compresión, flexión, impacto y absorción. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/21210>



- Katrip Torres, H. R., Solaeche Galeano, P. N., & Ramírez Villanueva, F. G. (2024). CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE LOS PAVERS DE CONCRETO COMERCIALIZADOS EN LAS REGIONES DE ALTO PARANÁ Y CAAGUAZÚ [FCyT UNCA]. <https://publicaciones.fctunca.edu.py/handle/123456789/45>
- Sallo Olivera, R., & De La Cruz Barrientos, F. M. (2024). Diseño de adoquines de concreto con adición de nanotubos de carbono para mejorar las propiedades mecánicas y permeabilidad en pavimentos articulados, Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/683235>
- Saraguro, B., Carrión, J., Torres, H., & Guerrero, P. (2021). La resistencia a la compresión y el desgaste en adoquines de concreto. *Impacto científico*, 16(2), Article 2.
- Valdez Bautista, K. (2024). Adición de valvas de moluscos en adoquines de concreto para uso peatonal, Lima—2022. Universidad Peruana Los Andes. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/8494>
- Vera Lino, N. V. (2023). "Propuesta de fabricación de adoquines de hormigón con fibra de vidrio alcalino para verificar su comportamiento mecánico" [bachelorThesis, Jipijapa-Unesum]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5244>
- Fernández, P., Ramírez, J., & Castro, M. (2021). Pavimentación permeable con adoquines de concreto en zonas urbanas: Un estudio comparativo. *Revista Latinoamericana de Ingeniería Civil*, 18(2), 35-49.
- Gómez, L., & Rodríguez, S. (2023). Evaluación de la durabilidad de adoquines de concreto en entornos urbanos de alta humedad. *Ingeniería y Desarrollo Sostenible*, 15(3), 22-38.
- López, C., & Ramírez, P. (2020). Adoquines de concreto reforzado: Innovaciones en la construcción de pavimentos urbanos. *Construcción e Innovación*, 9(1), 45-61.
- Martínez, D., Sánchez, R., & Vargas, F. (2022). Resistencia estructural de pavimentos con adoquines de concreto en tráfico pesado. *Revista de Ingeniería Civil y Ambiente*, 10(4), 55-70.
- Rojas, F., & Herrera, G. (2023). Adoquines de concreto en proyectos de movilidad sostenible en América Latina. *Desarrollo Urbano y Sostenibilidad*, 20(2), 67-82.



- Vega, E., Morales, H., & Ortega, L. (2022). Impacto del uso de caucho reciclado en adoquines de concreto: Un análisis experimental. *Materiales y Construcción*, 11(3), 88-105.
- ACI Committee 522. (2022). *Guide to Pervious Concrete Pavements*. American Concrete Institute.
- Fernández, P., Ramírez, J., & Castro, M. (2021). Pavimentación permeable con adoquines de concreto en zonas urbanas: Un estudio comparativo. *Revista Latinoamericana de Ingeniería Civil*, 18(2), 35-49.
- Gómez, L., & Rodríguez, S. (2023). Evaluación de la durabilidad de adoquines de concreto en entornos urbanos de alta humedad. *Ingeniería y Desarrollo Sostenible*, 15(3), 22-38.
- López, C., & Ramírez, P. (2020). Adoquines de concreto reforzado: Innovaciones en la construcción de pavimentos urbanos. *Construcción e Innovación*, 9(1), 45-61.
- Martínez, D., Sánchez, R., & Vargas, F. (2022). Resistencia estructural de pavimentos con adoquines de concreto en tráfico pesado. *Revista de Ingeniería Civil y Ambiente*, 10(4), 55-70.
- Pérez, M., & González, T. (2021). Uso de materiales reciclados en adoquines de concreto: Beneficios y desafíos. *Ingeniería y Medio Ambiente*, 12(1), 18-33.
- Rojas, F., & Herrera, G. (2023). Adoquines de concreto en proyectos de movilidad sostenible en América Latina. *Desarrollo Urbano y Sostenibilidad*, 20(2), 67-82.
- Torres, V., & Sánchez, J. (2024). Contribución de los adoquines de concreto a la economía circular en la construcción. *Revista de Materiales de Construcción*, 14(2), 78-92.
- Vega, E., Morales, H., & Ortega, L. (2022). Impacto del uso de caucho reciclado en adoquines de concreto: Un análisis experimental. *Materiales y Construcción*, 11(3), 88-105.



## ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

Título de tesis: "INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025"				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b> ¿Cómo influye la incorporación de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en diferentes proporciones sobre las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto fabricados en el distrito de Yura 2025?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Evaluar la influencia de la incorporación de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en diferentes proporciones sobre las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concretos fabricados en el distrito de Yura 2025.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> El empleo de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintos porcentajes modificara las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto en el distrito de Yura 2025.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo (Adoquines de concreto).</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•V.T. 0.3%, 0.6% y 0.8%.</li> <li>•D.C. 0.5%, 1.0% y 1.5%.</li> </ul> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p><i>Propiedades de Adoquines de concreto.</i></p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Prop. físicas</li> <li>•Prop. mecánicas</li> </ul>	<p>Balanza de medición</p> <p>Equipos de laboratorio.</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p>		
<p>¿Cuál es la proporción de materiales según diseño de mezclas para adoquines de concreto y con aplicación de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en el distrito de Yura 2025?</p> <p>¿Cómo afecta la adición de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en diferentes proporciones a las propiedades físicas de los adoquines de concreto fabricados en el distrito de Yura 2025?</p> <p>¿De qué manera influye la incorporación de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintas proporciones sobre las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto en el distrito de Yura 2025?</p>	<p>Determinar la proporción según diseño de mezclas para la fabricación de adoquines de concreto en el distrito de Yura 2025.</p> <p>Analizar el efecto de la adición de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en diferentes proporciones sobre las propiedades físicas de los adoquines de concreto fabricados en el distrito de Yura 2025.</p> <p>Evaluar la influencia de la incorporación de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintas proporciones sobre las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto fabricados en el distrito de Yura 2025.</p>	<p>La dosificación de materiales según diseño de mezclas para adoquines de concreto, estará de acuerdo a los lineamientos.</p> <p>La adición de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintos porcentajes modificara las cualidades físicas de los adoquines de concreto.</p> <p>El empleo de vidrio templado reciclado y desechos de cuarzo en distintos porcentajes influirá positivamente en las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto.</p>		



**Anexo 2. Certificados de Calidad de Laboratorio**





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



**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO REICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE:** BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**CANTERA:** SOCABAYA - AGREGADO GRUESO  
 SOCABAYA - AGREGADO FINO

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

**FECHA:** 31 MARZO DE 2025

### 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"	0,00	0,00	0,00	100,00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>486,32</u>
N° 4	0,00	0,00	0,00	100,00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500,00</u>
N° 8	74,02	14,80	14,80	85,20	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1315,32</u>
N° 16	118,25	23,65	38,45	61,55	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1621,36</u>
N° 30	107,36	21,47	59,93	40,07	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	94,52	18,90	78,83	21,17	Wc+B =	<u>1815</u> Wc+B-W = <u>194</u>
N° 100	65,78	13,16	91,99	8,01	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500}{1621,36 - 1815} = 2,58 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	34,78	6,96	98,94	1,06	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	5,29	1,06	100,00	0,00	B =	<u>500,00</u> B-A = <u>13,68</u>
SUMA	500,00	100,00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{13,68 \times 100}{500} = 2,81 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
MF = MÓDULO DE FINEZA			2,84			

#### 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 <u>788,35</u>
1 1/2"	0	0,00	0,00	100,00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800,00</u>
1"	80	2,29	2,29	97,71	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1316,35</u>
3/4"	475	13,57	15,86	84,14	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1787,15</u>
1/2"	997	28,49	44,34	55,66	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	1302	37,20	81,54	18,46	Wc+B =	<u>2116</u> Wc+B-W = <u>329</u>
N° 4	646	18,46	100,00	0,00	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800}{1787,15 - 2116} = 2,43 \text{ gr/cm}^3$
N° 8	0	0,00	81,54	18,46	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	0,00	0,00	81,54	18,46	B =	<u>800,00</u> B-A = <u>11,65</u>
SUMA	3500,00	100,00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{11,65 \times 100}{800} = 1,48 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

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

LABORATORIO M.S.C.A. UANCV  
 YURA  
 Ing. Arivaldo Jara 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** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO REICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

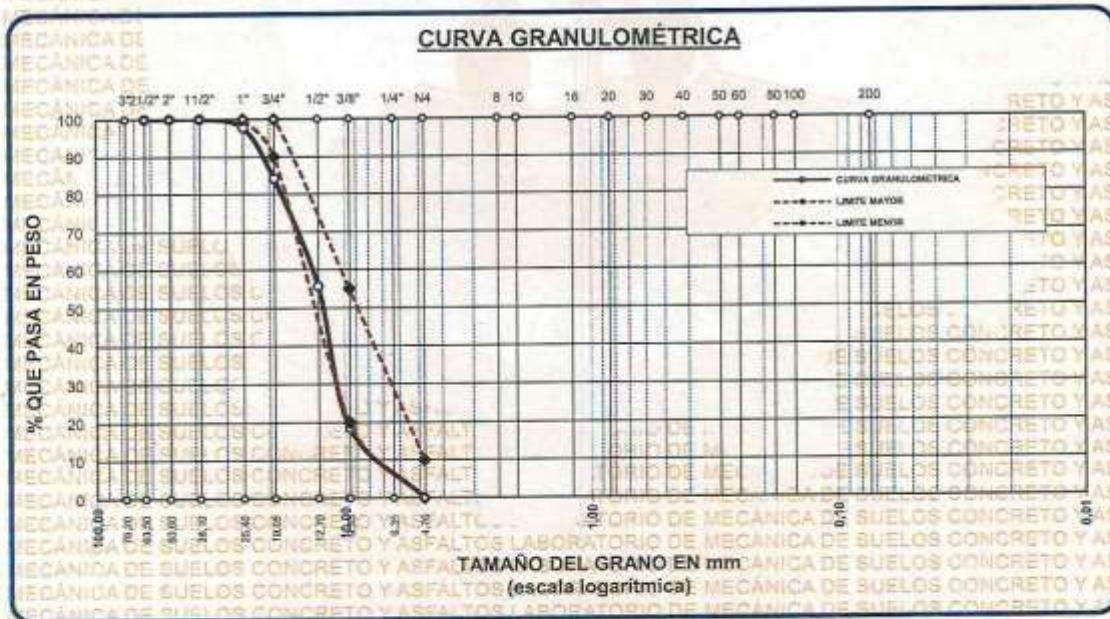
**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**CANTERA** : SOCABAYA - AGREGADO GRUESO

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

**FECHA** : 31 MARZO DE 2025

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA		
3"	76,200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	100 %	
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00	90 - 100 %	
1"	25,400	80,00	2,29	2,29	97,71		
3/4"	19,050	475,00	13,57	15,86	84,14	20 - 55 %	
1/2"	12,700	997,00	28,49	44,34	55,66		
3/8"	9,525	1302,00	37,20	81,54	18,46	0 - 10 %	
1/4"	6,350						
No4	4,760	0,00	0,00	81,54	18,46		
BASE		-0,00	0,00	81,5	18,5		
TOTAL		3500,00	100,00				
% PERDIDA		0,00					



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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CARR. INGENIERÍA CIVIL  
 M.S.C.A. JEFATURA  
 Lic. Arnaldo Yano Torres  
 CIP 1103257



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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

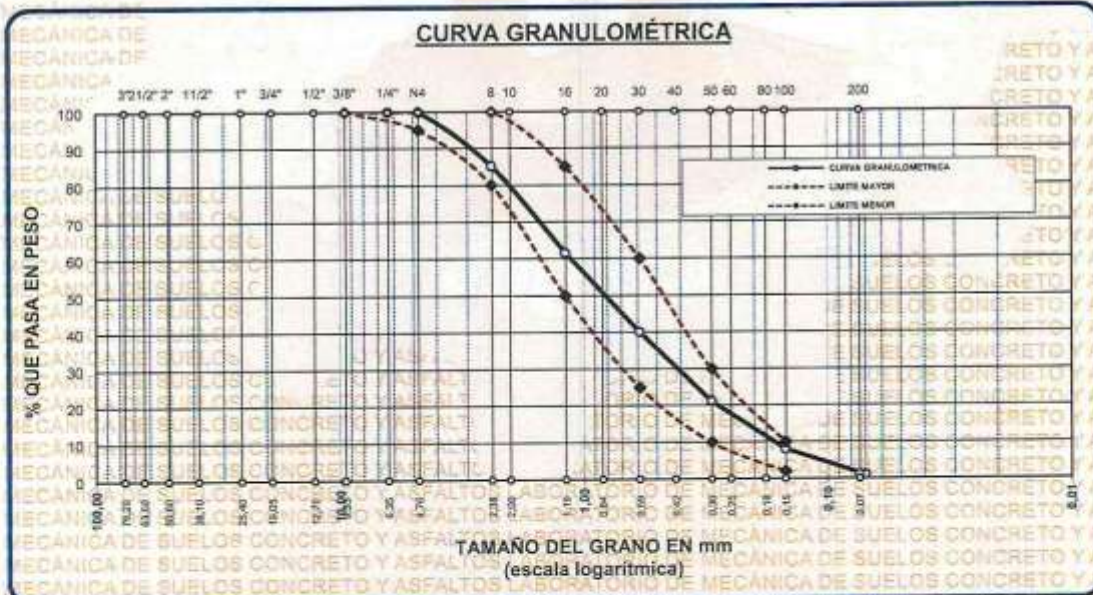
**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**CANTERA** : SOCBAYA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 31 MARZO DE 2025

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 = 2,84
No8	2,380	74,02	14,80	14,80	85,20		
No10	2,000						
No16	1,190	118,25	23,65	38,45	61,55	50 - 85 %	
No20	0,840					25 - 60 %	
No30	0,590	107,36	21,47	59,93	40,07		
No40	0,420					10 - 30 %	
No 50	0,300	94,52	18,90	78,83	21,17		
No60	0,250						
No80	0,180						
No100	0,149	65,78	13,16	91,99	8,01	2-10%	
No200	0,074	34,78	6,96	98,94	1,06		
BASE		5,29	1,06	100	0,00		
TOTAL		500,00	100,00				
% PERDIDA		1,06					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 M<sup>sc</sup>. Apolodiana Torres  
 P. 113257



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



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025.

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**CANTERA** : SOCABAYA - AGREGADO GRUESO  
: SOCABAYA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 31 MARZO DE 2025

### MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	302,32
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	283,62
PESO DEL TARRO (gr.)	52,36
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	249,96
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	231,26
PESO DEL AGUA (gr.)	18,70
% HUMEDAD	8,09

### MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	447,36
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	442,67
PESO DEL TARRO (gr.)	52,36
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	395,00
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	390,31
PESO DEL AGUA (gr.)	4,69
% HUMEDAD	1,20

#### OBSERVACIONES:

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

M<sup>g</sup> Arnoldo 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** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**CANTERA** : SOCABAYA - AGREGADO GRUESO  
SOCABAYA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 31 MARZO DE 2025

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5970 gr	5970 gr	5970 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9235,00 gr	9245,00 gr	9250,00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3265,00 gr	3275,00 gr	3280,00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1,556 gr/cm <sup>3</sup>	1,560 gr/cm <sup>3</sup>	1,563 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1,559 gr/cm <sup>3</sup>		

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5970 gr	5970 gr	5970 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9435,00 gr	9445,00 gr	9450,00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3465,00 gr	3475,00 gr	3480,00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1,651 gr/cm <sup>3</sup>	1,656 gr/cm <sup>3</sup>	1,658 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  
FICPI - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Araldito Vana 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** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**CANTERA** : SOCABAYA - AGREGADO GRUESO

**CANTERA** : SOCABAYA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 31 MARZO DE 2025

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	7940 gr	7940 gr	7940 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12575,00 gr	12585,00 gr	12595,00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4635,00 gr	4645,00 gr	4655,00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1,427 gr/cm <sup>3</sup>	1,430 gr/cm <sup>3</sup>	1,433 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1,430 gr/cm <sup>3</sup>		

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	7940 gr	7940 gr	7940 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12955,00 gr	12965,00 gr	12975,00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5015,00 gr	5025,00 gr	5035,00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1,544 gr/cm <sup>3</sup>	1,547 gr/cm <sup>3</sup>	1,550 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1,547 gr/cm <sup>3</sup>		

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



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

M.Sc. JEFATURA  
Mtro. Alfredo Fajardo Torres  
CIP 1033257



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



### DISEÑO DE MEZCLA F'c = 350 Kg./cm.<sup>2</sup>

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO REICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**CANTERA** : SOCABAYA - AGREGADO GRUESO

**CANTERA** : SOCABAYA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 31 MARZO DE 2025

#### PROCESO DE DISEÑO:

**NORMAS:** ACI 211.1.74

ACI 211.1.31

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = 350 Kg./cm.<sup>2</sup> a los 28 días  
entonces la resistencia promedio F'cr = 434 Kg./cm.<sup>2</sup>

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 3/8" (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		2,58
P.e SSS	2,43	
P.e Bulk		1655
P.U. Varillado	1547	1559
P.U. Suelto	1430	2,81
% de Absorción	1,48	8,09
% de Humedad Natural	1,20	2,84
Modulo de Fineza	-	

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 2" a 5" (50,8 mm. A 127 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: 3/8" (9,53mm)
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclada que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 170 Lt/m<sup>3</sup>
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2,0 %
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0,38
- De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(170 \text{ Lt/m}^3) / (0,38) = 447 \text{ Kg/m}^3$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Armandina Torres  
01/10/2025



De acuerdo al módulo de finiza del agregado fino = 2,84 el peso específico unitario del agregado grueso varillado compactado de 1547 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/8" (9,53mm) se recomienda el uso de 0,668 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0,6680) * (1547) = 1033 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (170) / (1000) = 0,170 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (447) / (2,85 * 1000) = 0,157 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (1033) / (2,53 * 1000) = 0,408 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2,0) / (100) = 0,020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0,755 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1,000 - 0,755) = 0,245 \text{ m}^3$$

$$(0,245) * (2,58) * 1000 = 631 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (1033) * (1,012016) = 1046 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (631) * (1,0809) = 682 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

$$170 - 1033 * \left( \frac{1,20 - 1,48}{100} \right) - 631 \left( \frac{8,09 - 2,81}{100} \right) = 139,59$$

### DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	447	1,00	447	1,00
Agua	170	0,38	140	0,31
Agreg. Grueso	1033	2,31	1046	2,34
Agreg. Fino	631	1,41	682	1,52
Aire	2,0 %		2,0 %	

10.5 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO

### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42,50 Kg.
Agregado fino húmedo	64,76 Kg.
Agregado grueso húmedo	99,33 Kg.
Agua efectiva	13,26 Kg.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FICP - CARRERA INGENIERÍA CIVIL

Ing. Armando Yana Torres  
C.I. 103267



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



### ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

**NTP 399.613**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECIKLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMÁ AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M- PATRON	5,88	6,19	6,25	5,86	6,05	0,83	
M- PATRON	5,87	5,79	5,80	6,18	5,91	1,50	
M- PATRON	5,83	5,93	5,90	6,10	5,94	1,00	
M- PATRON	6,14	5,71	5,79	6,15	5,95	0,83	
M- PATRON	6,24	5,75	6,22	6,27	6,12	2,00	
						1,23	

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M- PATRON	10,16	9,72	9,91	9,79	9,90	1,00	
M- PATRON	9,89	10,02	9,70	10,02	9,91	0,90	
M- PATRON	10,28	9,70	9,92	9,71	9,90	1,00	
M- PATRON	9,99	9,75	10,26	9,93	9,98	0,20	
M- PATRON	10,13	10,02	9,76	10,29	10,05	0,50	
						0,72	

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M- PATRON	20,28	20,01	19,85	20,20	20,09	0,45	
M- PATRON	19,84	19,83	19,73	19,91	19,83	0,85	
M- PATRON	20,12	20,09	20,23	20,03	20,12	0,60	
M- PATRON	19,92	20,21	20,12	19,91	20,04	0,20	
M- PATRON	20,04	20,15	20,21	20,01	20,10	0,50	
						0,52	

NOTA :  
 E : Dimensión, especifica por la norma o el fabricante.  
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} \times 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAR INGENIERIA CIVIL

Mtro. Arnaldo Tana Torres  
 CIP: 103257



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



### ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025.

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN + 0,3% VIDRIO TEMPLADO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M+ 0,3% V.T	6,11	5,99	6,11	6,27	6,12	2,00	
M+ 0,3% V.T	5,82	6,22	6,24	6,24	6,13	2,17	
M+ 0,3% V.T	6,26	5,85	6,01	5,96	6,02	0,33	
M+ 0,3% V.T	6,13	5,73	5,84	6,11	5,95	0,83	
M+ 0,3% V.T	6,22	5,86	6,00	6,03	6,03	0,50	
						1,17	

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M+ 0,3% V.T	9,95	10,29	9,85	9,94	10,01	0,10	
M+ 0,3% V.T	9,80	10,30	9,73	9,89	9,93	0,70	
M+ 0,3% V.T	10,22	10,17	9,75	10,17	10,08	0,80	
M+ 0,3% V.T	10,07	10,16	9,90	10,07	10,05	0,50	
M+ 0,3% V.T	10,20	9,73	9,73	10,17	9,96	0,40	
						0,50	

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M+ 0,3% V.T	20,22	19,90	19,79	20,13	20,01	0,05	
M+ 0,3% V.T	20,15	20,17	19,79	20,10	20,05	0,25	
M+ 0,3% V.T	20,01	19,84	20,14	19,77	19,94	0,30	
M+ 0,3% V.T	19,93	20,21	20,24	19,81	20,05	0,25	
M+ 0,3% V.T	20,10	19,87	19,80	20,25	20,01	0,05	
						0,18	

NOTA : E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm.

Ancho : 10 cm.

Altura : 6 cm.

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL  
 Mgr. Arnaldo Yana Torres  
 CIF. 103257



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



### ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

**NTP 399.613**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK COAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN + 0,6% VIDRIO TEMPLADO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M+ 0,6% V.T	6,17	6,21	6,19	6,01	6,15	2,50	
M+ 0,6% V.T	5,86	6,05	6,05	6,14	6,03	0,50	
M+ 0,6% V.T	5,71	6,25	6,27	6,01	6,06	1,00	
M+ 0,6% V.T	6,19	6,02	6,22	6,11	6,14	2,33	
M+ 0,6% V.T	5,96	5,97	5,98	5,85	5,94	1,00	
						1,47	

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M+ 0,6% V.T	10,11	10,26	10,03	9,97	10,09	0,90	
M+ 0,6% V.T	9,87	10,14	10,28	9,91	10,05	0,50	
M+ 0,6% V.T	9,80	9,77	9,85	10,15	9,89	1,10	
M+ 0,6% V.T	10,14	10,15	9,94	10,10	10,08	0,80	
M+ 0,6% V.T	9,73	10,26	9,76	9,95	9,93	0,70	
						0,80	

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M+ 0,6% V.T	20,27	20,21	20,26	20,09	20,21	1,05	
M+ 0,6% V.T	20,04	20,16	19,86	19,88	19,99	0,05	
M+ 0,6% V.T	19,82	19,84	19,79	19,74	19,80	1,00	
M+ 0,6% V.T	19,86	19,97	20,19	19,94	19,99	0,05	
M+ 0,6% V.T	20,30	20,08	20,18	20,20	20,19	0,95	
						0,62	

**NOTA:**  
E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.  
P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257



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



### ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

**NTP 399.613**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN + 0,8% VIDRIO TEMPLADO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M + 0,8% V.T	5,72	5,89	6,04	6,24	5,97	0,50	
M + 0,8% V.T	5,77	6,12	6,21	6,17	6,07	1,17	
M + 0,8% V.T	6,15	6,17	6,10	5,88	6,08	1,33	
M + 0,8% V.T	6,24	6,17	6,30	6,02	6,18	3,00	
M + 0,8% V.T	6,24	6,21	6,10	5,80	6,09	1,50	

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M + 0,8% V.T	9,94	9,89	10,27	10,01	10,03	0,30	
M + 0,8% V.T	10,14	10,98	9,90	9,81	10,21	2,10	
M + 0,8% V.T	10,01	10,15	10,09	10,22	10,12	1,20	
M + 0,8% V.T	9,99	10,13	10,04	10,04	10,05	0,50	
M + 0,8% V.T	10,22	9,95	10,05	10,00	10,06	0,60	

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M + 0,8% V.T	19,80	20,28	19,76	20,19	20,01	0,05	
M + 0,8% V.T	19,78	20,06	20,11	20,11	20,02	0,10	
M + 0,8% V.T	19,92	20,09	20,15	20,09	20,06	0,30	
M + 0,8% V.T	19,87	19,77	19,72	20,25	19,90	0,50	
M + 0,8% V.T	20,00	20,16	20,20	19,74	20,03	0,15	

**NOTA:**  
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.  
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} \times 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Alvin Arnaldo Yana Torres  
 CIP: 103257



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



### ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

**NTP 399.613**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN DE CONCRETO + 0,5% DESECHOS DE CUARZO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M + 0,5% D.C	6,25	6,21	5,93	6,16	6,14	2,33	
M + 0,5% D.C	5,99	6,30	6,29	5,71	6,07	1,17	
M + 0,5% D.C	6,21	5,89	6,08	6,12	6,08	1,33	
M + 0,5% D.C	5,92	6,00	5,77	5,74	5,86	2,33	
M + 0,5% D.C	6,24	6,13	6,27	5,90	6,14	2,33	
						1,90	

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M + 0,5% D.C	10,29	9,97	9,99	9,82	10,02	0,20	
M + 0,5% D.C	9,99	10,05	10,05	9,88	9,99	0,10	
M + 0,5% D.C	10,13	9,77	10,11	9,78	9,95	0,50	
M + 0,5% D.C	9,76	10,20	9,92	9,74	9,91	0,90	
M + 0,5% D.C	9,92	9,84	10,22	10,08	10,02	0,20	
						0,38	

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M + 0,5% D.C	20,07	20,11	19,89	19,91	20,00	0,00	
M + 0,5% D.C	19,85	20,10	20,17	19,87	20,00	0,00	
M + 0,5% D.C	20,09	20,23	19,92	20,22	20,12	0,60	
M + 0,5% D.C	20,00	19,91	20,29	20,23	20,11	0,55	
M + 0,5% D.C	19,88	19,76	20,22	19,86	19,93	0,35	
						0,30	

**NOTA:**  
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL

Mga. Arnolda Yana Torres  
 CIP 193257



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



### ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

**NTP 399.613**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK COAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN DE CONCRETO + 1,0% DESECHOS DE CUARZO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

Muestra	Alto(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M+1,0% D.C	5,94	5,87	6,23	6,09	6,03	0,50
M+1,0% D.C	5,91	6,08	6,10	6,28	6,09	1,50
M+1,0% D.C	6,01	6,29	5,71	5,72	5,93	1,17
M+1,0% D.C	6,03	5,99	6,27	5,85	6,04	0,67
M+1,0% D.C	5,92	5,74	6,03	5,92	5,90	1,67
						1,10

Muestra	Ancho(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M+1,0% D.C	9,79	10,25	10,20	10,16	10,10	1,00
M+1,0% D.C	9,99	10,00	10,22	10,23	10,11	1,10
M+1,0% D.C	9,73	10,22	10,10	9,89	9,99	0,10
M+1,0% D.C	10,21	10,14	9,79	9,76	9,98	0,20
M+1,0% D.C	9,76	9,93	10,24	9,84	9,94	0,60
						0,60

Muestra	Largo(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M+1,0% D.C	20,09	20,04	20,15	20,19	20,12	0,60
M+1,0% D.C	19,82	20,24	20,03	20,26	20,09	0,45
M+1,0% D.C	20,23	19,79	19,94	19,84	19,95	0,25
M+1,0% D.C	19,71	20,25	20,05	19,82	19,96	0,20
M+1,0% D.C	19,02	20,24	20,29	20,04	19,90	0,50
						0,40

**NOTA** : E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} \times 100$$

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 M. Sc. A. INGENIERÍA  
 Mgr. Arivaldo Yana Torres  
 CIP: 103297



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



### ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

**NTP 399.613**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN DE CONCRETO + 1,5% DESECHOS DE CUARZO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M + 1,5% D.C	6,24	6,18	5,94	5,86	6,06	1,00	
M + 1,5% D.C	6,27	6,04	5,72	5,76	5,95	0,83	
M + 1,5% D.C	5,72	5,92	6,04	6,15	5,96	0,67	
M + 1,5% D.C	5,91	5,75	6,26	5,86	5,95	0,83	
M + 1,5% D.C	5,98	6,07	5,98	6,14	6,04	0,67	
						0,80	

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M + 1,5% D.C	10,06	10,09	10,00	10,16	10,08	0,80	
M + 1,5% D.C	10,00	9,75	9,81	10,12	9,92	0,80	
M + 1,5% D.C	9,81	10,23	9,96	9,92	9,98	0,20	
M + 1,5% D.C	10,04	10,08	10,14	10,16	10,11	1,10	
M + 1,5% D.C	9,91	9,78	10,03	9,88	9,90	1,00	
						0,78	

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M + 1,5% D.C	20,21	20,14	19,89	20,07	20,08	0,40	
M + 1,5% D.C	20,03	20,24	20,20	19,84	20,08	0,40	
M + 1,5% D.C	19,72	19,74	19,96	19,80	19,81	0,95	
M + 1,5% D.C	20,12	20,29	19,90	20,12	20,11	0,55	
M + 1,5% D.C	20,29	19,94	20,08	19,74	20,01	0,05	
						0,47	

**NOTA:** E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm.

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



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

Mery Arnedo Yano Torres



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



### ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP 399.613

INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS

**PROYECTO** : PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN DE CONCRETO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

#### ABSORCIÓN

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

A= PESO DE ADOBE SECO

B= PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04	M - 05
A=	2507,90	2523,86	2532,05	2442,32	2445,77
B=	2602,2	2616,96	2644,75	2550,32	2553,16

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR	M - 1	2507,90	2602,20	3,76
2	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR	M - 2	2523,86	2616,96	3,69
3	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR	M - 3	2532,05	2644,75	4,45
4	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR	M - 4	2442,32	2550,32	4,42
5	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR	M - 5	2445,77	2553,16	4,39
<b>PROMEDIO DE ABSORCIÓN</b>					<b>4,14</b>

#### OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAS INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. ASFALTOS



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



### ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP 399.613

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025  
**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA  
**MUESTRA** : ADOQUIN DE CONCRETO + 0,3 VIDRIO TEMPLADO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

#### ABSORCIÓN

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

A = PESO DE ADOBE SECO  
B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04	M - 05
A=	2503,85	2512,78	2509,32	2518,06	2508,75
B=	2596,32	2599,32	2603,2	2605,77	2601,96

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,3 VIDRIO TEMPLADO	M - 1	2503,85	2596,32	3,69
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,3 VIDRIO TEMPLADO	M - 2	2512,78	2599,32	3,44
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,3 VIDRIO TEMPLADO	M - 3	2509,32	2603,20	3,74
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,3 VIDRIO TEMPLADO	M - 4	2518,06	2605,77	3,48
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,3 VIDRIO TEMPLADO	M - 5	2508,75	2601,96	3,72
<b>PROMEDIO DE ABSORCIÓN</b>					<b>3,62</b>

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

*Edson Erick Ccama Ayma*  
Ing. Araldito Yana Torres



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



### ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP 399.613

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN DE CONCRETO + 0,6 VIDRIO TEMPLADO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

**ABSORCIÓN**

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

A = PESO DE ADOBE SECO  
 B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04	M - 05
A=	2504,77	2510,63	2508,33	2518,69	2501,95
B=	2587,36	2595,32	2589,69	2598,74	2586,14

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,6 VIDRIO TEMPLADO	M - 1	2504,77	2587,36	3,30
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,6 VIDRIO TEMPLADO	M - 2	2510,63	2595,32	3,37
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,6 VIDRIO TEMPLADO	M - 3	2508,33	2589,69	3,24
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,6 VIDRIO TEMPLADO	M - 4	2518,69	2598,74	3,18
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,6 VIDRIO TEMPLADO	M - 5	2501,95	2586,14	3,36
<b>PROMEDIO DE ABSORCIÓN</b>					<b>3,29</b>

#### OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Aracely Yama Torres  
 CP. 97247



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



### ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP 399.613

INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS

**PROYECTO** : PORCENAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN DE CONCRETO + 0,8 VIDRIO TEMPLADO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

### ABSORCIÓN

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

A= PESO DE ADOBE SECO

B= PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04	M - 05
A=	2516,62	2512,31	2509,78	2507,99	2510,33
B=	2583,62	2575,32	2578,41	2573,66	2573,62

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,8 VIDRIO TEMPLADO	M - 1	2516,62	2583,62	2,66
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,8 VIDRIO TEMPLADO	M - 2	2512,31	2575,32	2,51
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,8 VIDRIO TEMPLADO	M - 3	2509,78	2578,41	2,73
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,8 VIDRIO TEMPLADO	M - 4	2507,99	2573,66	2,62
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,8 VIDRIO TEMPLADO	M - 5	2510,33	2573,62	2,52
<b>PROMEDIO DE ABSORCIÓN</b>					<b>2,61</b>

### OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Armando Yana Torres  
 C.I. 303257



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



### ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP 399.613

INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS

**PROYECTO** : PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURÁ 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN DE CONCRETO + 0,5 DESECHOS DE CUARZO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

### ABSORCIÓN

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

A= PESO DE ADOBE SECO

B= PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04	M - 05
A=	2518,67	2522,63	2417,77	2525,36	2519,88
B=	2615,62	2622,44	2615,98	2624,79	2619,35

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,5 DESECHOS DE CUARZO	M - 1	2518,67	2615,62	3,85
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,5 DESECHOS DE CUARZO	M - 2	2522,63	2622,44	3,96
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,5 DESECHOS DE CUARZO	M - 3	2517,77	2615,98	3,90
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,5 DESECHOS DE CUARZO	M - 4	2525,36	2624,79	3,94
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 0,5 DESECHOS DE CUARZO	M - 5	2519,88	2619,35	3,95
<b>PROMEDIO DE ABSORCIÓN</b>					<b>3,92</b>

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD ANÓNIMA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FIGP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mgtr. *Angela 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



### ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP 399.613

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN DE CONCRETO + 1,0 DESECHOS DE CUARZO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

**ABSORCIÓN**

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

A = PESO DE ADOBE SECO  
 B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04	M - 05
A=	2517,87	2521,54	2523,87	2519,36	2525,07
B=	2612,32	2616,75	2619,25	2613,5	2618,79

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 1,0 DESECHOS DE CUARZO	M - 1	2517,87	2612,32	3,75
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 1,0 DESECHOS DE CUARZO	M - 2	2521,54	2616,75	3,78
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 1,0 DESECHOS DE CUARZO	M - 3	2523,87	2619,25	3,78
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 1,0 DESECHOS DE CUARZO	M - 4	2519,36	2613,50	3,74
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 1,0 DESECHOS DE CUARZO	M - 5	2525,07	2618,79	3,71
<b>PROMEDIO DE ABSORCIÓN</b>					<b>3,75</b>

OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP / CAP. INGENIERÍA CIVIL

M.S.C.A. *[Firma]*  
 Vte. Arnaldo Yana Torres  
 CEP 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



### ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP 399.613

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ERICK CCAMA AYMA

**MUESTRA** : ADOQUIN DE CONCRETO + 1,5 DESECHOS DE CUARZO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2025

**ABSORCIÓN**

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

A = PESO DE ADOBE SECO  
 B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04	M - 05
A=	2522,74	2524,77	2521,99	2519,97	2525,03
B=	2605,78	2608,31	2603,3	2601,78	2602,78

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 1,5 DESECHOS DE CUARZO	M - 1	2522,74	2605,78	3,29
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 1,5 DESECHOS DE CUARZO	M - 2	2524,77	2608,31	3,31
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 1,5 DESECHOS DE CUARZO	M - 3	2521,99	2603,30	3,22
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 1,5 DESECHOS DE CUARZO	M - 4	2519,97	2601,78	3,25
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 1,5 DESECHOS DE CUARZO	M - 5	2525,03	2602,78	3,08
<b>PROMEDIO DE ABSORCIÓN</b>					<b>3,23</b>

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CIVIL, INGENIERÍA CIVIL

M.S.C. JEFATURA

*Mag. Arnaldo Vano Torres*



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MTP 385.613

PROYECTO: INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECHIZADO Y DESENDECA DE LUARZO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCCIONES EN EL DISTRITO DE YURA 2023

SOLICITANTE: BACHILLER EDSON ENOK CAMA AYMA

MUESTRA: ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR

UBIEN: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA: ABRIL DEL 2025

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD	ÁREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA
					DÍAS			KG/CM2
1	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			07/04/2025	7	200.00	43001.00	215.01
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
2	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			07/04/2025	7	200.00	40005.00	210.03
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
3	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			07/04/2025	7	200.00	47036.00	235.04
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
4	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			07/04/2025	7	200.00	44202.00	221.01
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
5	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			07/04/2025	7	200.00	46205.00	231.03
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'%)								

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD	ÁREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA
					DÍAS			KG/CM2
1	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			14/04/2025	14	200.00	38002.00	190.01
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
2	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			14/04/2025	14	200.00	33303.00	177.52
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
3	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			14/04/2025	14	200.00	38035.00	200.33
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
4	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			14/04/2025	14	200.00	36702.00	183.51
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
5	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			14/04/2025	14	200.00	37805.00	189.03
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'%)								

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD	ÁREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA
					DÍAS			KG/CM2
1	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			28/04/2025	28	200.00	72505.00	362.03
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
2	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			28/04/2025	28	200.00	74505.00	372.53
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
3	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			28/04/2025	28	200.00	71322.00	356.61
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
4	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			28/04/2025	28	200.00	73811.00	369.06
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
5	ADOQUIN DE CONCRETO ESTANDAR			28/04/2025	28	200.00	75199.00	375.99
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'%)								

OBSERVACIONES:  
 \* LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

LABORATORIO M.E.C.A. (Muestreo)  
 UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
 FICP - CARR. INGENIERIA CIVIL  
 Miguel Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 100.613

PROYECTO

INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECOLEADO Y DESCHORO DE GUARZO EN DISEÑOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADQUIN DE CONCRETO  
PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

SOLICITANTE

INGENIERO EDISON ERICK COAMA ARIWA

MUESTRA

ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% DE VIDRIO TEMPLADO

LUGAR

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

04 DE ABRIL DEL 2025

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD	ÁREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
					DÍAS			
1	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			07/04/2025	7	200.00	51690.00	258.40
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			07/04/2025	7	200.00	51463.00	257.30
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			07/04/2025	7	200.00	51205.00	256.00
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			07/04/2025	7	200.00	51806.00	259.00
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			07/04/2025	7	200.00	51177.00	255.89
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>R</sub> )								

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD	ÁREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
					DÍAS			
1	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			14/04/2025	14	200.00	64344.00	321.72
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			14/04/2025	14	200.00	63967.00	319.84
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			14/04/2025	14	200.00	64152.00	320.76
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			14/04/2025	14	200.00	64202.00	321.01
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			14/04/2025	14	200.00	63076.00	315.38
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>R</sub> )								

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD	ÁREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
					DÍAS			
1	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			28/04/2025	28	200.00	74205.00	371.03
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			28/04/2025	28	200.00	74106.00	370.53
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			28/04/2025	28	200.00	73968.00	369.80
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			28/04/2025	28	200.00	74301.00	371.51
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 0.3% V.T			28/04/2025	28	200.00	73877.00	369.39
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>R</sub> )								

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

UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - C/ INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO M.E.C.A.  
JEL. 1001

Ing. Arnoldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ATP 300.613

PROYECTO: INFLUENCIA DEL EMPAQUE DE VIBRO TEMPLADO RECICLADO Y DENSIDADES DE CURADO EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADQUINES DE CONCRETO  
PRODUCCION EN EL DISTRITO DE YURA 2023  
SOLICITANTE: BACHELER EDSON BRUNO CAMA AYRA  
MUESTRA: ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% DE VIBRO TEMPLADO  
USAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
NOVA: ATP. DEL. 2023

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD	ÁREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DÍAS			
1	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			07/04/2025	7	310.00	33300.00	269.90
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	30.00	10.00	6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			07/04/2025	7	300.00	33204.00	298.02
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	30.00	10.00	6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			07/04/2025	7	205.00	33055.00	265.28
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			07/04/2025	7	300.00	32906.00	264.68
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			07/04/2025	7	205.00	32979.00	264.80
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	30.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>T</sub> )								

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD	ÁREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DÍAS			
1	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			14/04/2025	14	200.00	66965.00	334.83
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			14/04/2025	14	200.00	65588.00	322.94
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			14/04/2025	14	200.00	67025.00	335.13
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			14/04/2025	14	200.00	66866.00	334.48
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	30.00	10.00	6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			14/04/2025	14	200.00	66798.00	334.00
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>T</sub> )								

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD	ÁREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DÍAS			
1	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			28/04/2025	28	200.00	76833.00	384.17
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			28/04/2025	28	200.00	76425.00	382.13
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			28/04/2025	28	200.00	76577.00	382.89
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	30.00	10.00	6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			28/04/2025	28	300.00	76203.00	381.02
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	30.00	10.00	6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 0.6% V.T			28/04/2025	28	200.00	77036.00	385.18
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	30.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>T</sub> )								

OBSERVACIONES:  
NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS EN EL LABORATORIO PARA EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VARGAS  
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 399.613

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL ESPESOR DE VIDRIO TEMPLADO RECUBRIDO Y DESBRESOS DE CUAZIMO EN DIFERENTES PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO REDUCIDOS EN EL DISEÑO DE YUMA 3033

**SOLICITANTE:** BACHILLER EDISON ERICK COAMA AYMA

**MUESTRA:** ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% DE VIDRIO TEMPLADO

**FECHA:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
MAYO DEL 2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM <sup>2</sup>	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM <sup>2</sup>
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			07/04/2022	7	200.00	5900.00	275.20
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			07/04/2022	7	200.00	54925.00	274.63
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			07/04/2022	7	200.00	54560.00	274.35
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			07/04/2022	7	200.00	58102.00	275.51
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			07/04/2022	7	300.00	54678.00	274.86
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>b</sub> )								

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM <sup>2</sup>	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM <sup>2</sup>
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			14/04/2022	14	200.00	66720.00	343.60
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			14/04/2022	14	200.00	66301.00	341.83
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			14/04/2022	14	200.00	68802.00	344.01
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			14/04/2022	14	200.00	67986.00	339.93
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			14/04/2022	14	200.00	66296.00	341.56
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>b</sub> )								

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM <sup>2</sup>	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM <sup>2</sup>
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			28/04/2022	28	200.00	78511.00	392.56
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			28/04/2022	28	200.00	76235.00	381.18
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			28/04/2022	28	200.00	78150.00	390.76
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			28/04/2022	28	200.00	78335.00	391.68
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.8% V.T			28/04/2022	28	200.00	76477.00	382.39
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>b</sub> )								

OBSERVACIONES:  
NOTA: LAS MUESTRAS FUERON HECHAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VARGAS



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN 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 369.613

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL CURADO DE VIBRO TEMPLADO REALIZADO Y PERIODOS DE CURADO EN ESTADOS FORTÍFICOS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL INSTITUTO DE YARA 3023.

**SOLICITANTE:** BACHILLER ERISON ERIC COAMA AYMA

**MUESTRA:** ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% DE CERCHOS DE CUARTO

**LUGAR:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA:** ABRIL DEL 2025

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			07/04/2025	7	200.00	33060.00	165.30
	20.00	10.00	6.00					
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			07/04/2025	7	300.00	50021.00	166.77
	20.00	15.00	6.00					
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			07/04/2025	7	200.00	52985.00	264.93
	20.00	10.00	6.00					
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			07/04/2025	7	300.00	53967.00	180.22
	20.00	10.00	6.00					
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			07/04/2025	7	200.00	52991.00	264.96
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' <sub>m</sub> )								
254.82								

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			14/04/2025	14	200.00	66140.00	330.70
	20.00	10.00	6.00					
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			14/04/2025	14	200.00	66208.00	331.03
	20.00	10.00	6.00					
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			14/04/2025	14	200.00	65966.00	329.83
	20.00	10.00	6.00					
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			14/04/2025	14	200.00	65798.00	328.99
	20.00	10.00	6.00					
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			14/04/2025	14	200.00	65988.00	329.97
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' <sub>m</sub> )								
330.00								

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			28/04/2025	28	200.00	35551.00	177.76
	20.00	10.00	6.00					
2	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			28/04/2025	28	200.00	35283.00	176.27
	20.00	10.00	6.00					
3	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			28/04/2025	28	250.00	75427.00	301.74
	20.00	15.00	6.00					
4	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			28/04/2025	28	300.00	75968.00	253.23
	20.00	10.00	6.00					
5	ADOQUIN DE CONCRETO + 0.5% D.C.			28/04/2025	28	300.00	70058.00	233.53
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' <sub>m</sub> )								
258.25								

OBSERVACIONES: Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ  
 FICP - CAR INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN 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 RFP 288.819

PROYECTO: INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DISEÑO DE CILINDRO EN DISTRIBUCIONES HORIZONTALES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADQUINES DE CONCRETO PRODUcidos EN EL DISTRITO DE HUACA 2025

SOLICITANTE: BACHILLER EDSON ERICK CECAMA AYMA

MUESTRA: ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% DESECHOS DE CUARDO

FECHA: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ETIQUETA: -AMEL DEL 2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM <sup>2</sup>	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM <sup>2</sup>
1	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	07/04/2025	7	200.00	33682.00	176.41
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	07/04/2025	7	200.00	30386.00	156.83
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	07/04/2025	7	200.00	55498.00	277.48
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	07/04/2025	7	200.00	33803.00	179.02
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	07/04/2025	7	200.00	53188.00	275.94
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>R</sub> )						277.54

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM <sup>2</sup>	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM <sup>2</sup>
1	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	14/04/2025	14	200.00	88240.00	346.20
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	14/04/2025	14	200.00	69108.00	345.52
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	14/04/2025	14	200.00	53895.00	269.48
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	14/04/2025	14	200.00	68987.00	344.98
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	14/04/2025	14	200.00	99233.00	346.17
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>R</sub> )						345.47

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM <sup>2</sup>	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM <sup>2</sup>
1	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	20/04/2025	28	200.00	76032.00	290.17
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	20/04/2025	28	200.00	37968.00	189.84
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	20/04/2025	28	200.00	77689.00	388.35
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	20/04/2025	28	200.00	77490.00	387.45
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 1.0% D.C.	20/04/2025	28	200.00	78051.00	390.26
	LARGO(cm) ANCHO(cm) ALTO(cm)					
	20.00 10.00 6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>R</sub> )						389.91

OBSERVACIONES:  
 NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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

*[Handwritten signature]*



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN 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 399.613

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DISEÑOS DE CUARDO EN DISTINTOS PERCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADQUINES DE CONCRETO  
**SOLICITANTE:** BACHILLER BRIGOR ENRIQUE CARRERA AYMA  
**MUESTRA:** ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% DISEÑOS DE CUARDO  
**LUGAR:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
**FECHA:** ABRIL DEL 2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM <sup>2</sup>	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM <sup>2</sup>
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			07/04/2022	7	200.00	5734.00	286.71
	20.00	10.00	6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			07/04/2022	7	200.00	5763.00	288.15
	20.00	10.00	6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			07/04/2022	7	200.00	57402.00	287.01
	20.00	10.00	6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			07/04/2022	7	200.00	56883.00	284.42
	20.00	10.00	6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			07/04/2022	7	200.00	56669.00	285.34
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>1</sub> )								285.66

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM <sup>2</sup>	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM <sup>2</sup>
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			14/04/2022	14	200.00	70985.00	354.93
	20.00	10.00	6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			14/04/2022	14	200.00	70458.00	352.29
	20.00	10.00	6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			14/04/2022	14	200.00	70289.00	351.45
	20.00	10.00	6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			14/04/2022	14	200.00	70687.00	353.44
	20.00	10.00	6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			14/04/2022	14	200.00	70906.00	354.53
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>1</sub> )								353.51

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA BRUTA CM <sup>2</sup>	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM <sup>2</sup>
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			28/04/2022	28	200.00	83309.00	416.55
	20.00	10.00	6.00					
2	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			28/04/2022	28	200.00	79853.00	399.27
	20.00	10.00	6.00					
3	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			28/04/2022	28	200.00	79733.00	398.67
	20.00	10.00	6.00					
4	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			28/04/2022	28	200.00	80417.00	402.09
	20.00	10.00	6.00					
5	ADQUIN DE CONCRETO + 1.5% D.C.			28/04/2022	28	200.00	83266.00	416.33
	20.00	10.00	6.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F <sub>1</sub> )								400.76

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 28-08-2025

I. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EDSON ERICK CCAMA AYMA

Dirección: C.P. CCOPAMAYA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73378269

Teléfono: 935 850 392 email: erickccama567@gmail.com

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

Dirección: \_\_\_\_\_

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

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

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DEL EMPLEO DE VIDRIO TEMPLADO RECICLADO Y DESECHOS DE CUARZO

EN DISTINTOS PORCENTAJES SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES

DE CONCRETO PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE YURA 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): ADOQUINES DE CONCRETO, DESECHOS DE CUARZO, VIDRIO TEMPLADO RECICLADO.

¿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     Titulo     2da Especialidad     Maestría     Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

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

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

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

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo

### Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

- Internacional
- Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

28-08-2025

Fecha

