



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO
Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES
DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS
EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EULALIA QUISPE PARILLO

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

JULIACA – PERÚ

2026



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO
Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES
DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS
EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EULALIA QUISPE PARILLO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. RONALDO MADERA TERÁN

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

:


Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 0221-2026-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de abril del 2026

VISTO: El expediente N° 2026-CU-002659 presentado por el (la) Bachiller: **EULALIA QUISPE PARILLO** 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. **EULALIA QUISPE PARILLO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. RONALD MADERA TERÁN
- * **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **EULALIA QUISPE PARILLO**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Miercoles 29 de abril del 2026
- * **HORA** : 15:30 hr
- * **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.

cc.
Archivo 2026
interesado (a)



TESIS UANCV



UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 0102-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 28 de enero del 2026

VISTO: El expediente N° 2026-CU-000163 por el señor (a): **EULALIA QUISPE PARILLO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 0012-2026-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 015 - 2026 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): **EULALIA QUISPE PARILLO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 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. Leonel Suasaca Pelinco** 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° 015 - 2026 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 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 mérito 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° 24561, 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): **EULALIA QUISPE PARILLO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

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. Ronald Modera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975



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

cc.
Archivo 2026
internado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1424-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 29 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU-10478, presentado por el señor (a) **EULALIA QUISPE PARRILLO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 1009-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 150- 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): **EULALIA QUISPE PARILLO** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 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° 150- 2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 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 mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **EULALIA QUISPE PARILLO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

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)
C.R.P. 32730



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

Dr. Fritz Willy Momeni Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Intermediado (u)



EULALIA QUISPE PARILLO

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIED...

 Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:601143025

Fecha de entrega

18 jun 2026, 23:04 GMT-5

Fecha de descarga

19 jun 2026, 12:45 GMT-5

Nombre del archivo

T036_45573304_T.docx

Tamaño del archivo

32.8 MB

185 páginas

30.753 palabras

163.557 caracteres



14% 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
- 13%  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

Título de la tesis	
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	EULALIA QUISPE PARILLO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45573304
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-1168-5895
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-6613-6925
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	RONALD MADERA TERÁN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02306659
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno Latitud: S 15° 50' 36" Longitud: O 70° 01' 25"  https://maps.app.goo.gl/5F7KwFAnf9k9pakW8
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2024 – Abril 2026
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de Materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00



Dr. Fritz Willy Momani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EULALIA QUISPE PARILLO, identificado con DNI
Nro. 45573304, 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 DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y

DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES

DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025

Asesorado por: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

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 18 de mayo del 2026


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A mi padre, Hipólito Quispe, quien desde el cielo guía mi camino y me brinda la fortaleza necesaria para seguir adelante con firmeza.

A mi madre, Epifania Parillo, por estar siempre presente, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser el pilar fundamental en mi vida.

A mis queridos hermanos, Amancia, Natalia y Héctor Raúl por su compañía, comprensión y respaldo en cada etapa de este logro.

Y de manera muy especial, a mi princesita Luana Isabel la luz de mi vida quien es mi mayor inspiración para seguir superándome cada día. Con profundo amor y gratitud.



AGRADECIMIENTO

Quiero Expresa mi eterna gratitud a nuestro todo poderoso Dios, por brindarme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesaria para culminar con éxito esta etapa académica.

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, por haberme formado profesionalmente y brindado los conocimientos necesarios para mi desarrollo.

A mis jurados, por sus valiosas observaciones y aportes que permitieron mejorar la calidad de esta investigación.

A mi asesor de tesis, Dr. Oscar Vicente Viamonte Calla, por su guía, apoyo constante y dedicación durante el desarrollo de este trabajo.

A compañero de vida, Diomedes, por su amor, comprensión y apoyo incondicional a lo largo de este proceso.

A mi amigo, José Valentín, por su amistad sincera y su apoyo en los momentos más importantes. A todos ellos, mi más profundo agradecimiento.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática.....	18
1.2	Planteamiento del problema	19
1.2.1	Problema general	19
1.2.2	Problemas específicos.....	19
1.3	Objetivos de la investigación.....	20
1.3.1	Objetivo general	20
1.3.2	Objetivos específicos	20
1.4	Justificación de la investigación	20
1.4.1	Justificación técnica.....	20
1.4.2	Justificación económica.....	21
1.4.3	Justificación social	21
1.4.4	Justificación ambiental.....	22
1.5	Hipótesis de la investigación	22
1.5.1	Hipótesis general.....	22
1.5.2	Hipótesis específicas.....	22
1.6	Variables e indicadores	23
1.6.1	Variable independiente.....	23
1.6.2	Variable dependiente	23
1.7	Operacionalización de variables	24



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	25
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	25
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	28
2.1.3	Antecedente local.....	32
2.2	Bases teóricas	33
2.2.1	Adoquín de concreto.....	33
2.2.2	Caucho granulado reciclado.....	39
2.2.3	Desechos de tuberías.....	46
2.3	Marco conceptual.....	51

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de investigación.....	54
3.2	Nivel de investigación.....	54
3.3	Tipo de investigación.....	55
3.4	Diseño de la investigación	55
3.5	Método de la investigación	55
3.6	Población y muestra de la investigación	56
3.6.1	Población.....	56
3.6.2	Muestra.....	56
3.7	Técnicas e instrumentos	57
3.7.1	Técnicas.....	57
3.7.2	Instrumentos de recolección de datos investigación.....	59
3.8	Desarrollo y proceso de fabricación de adoquines de concreto	60
3.8.1	Procedimiento para la producción de adoquines de concreto.....	61
3.9	Validación y confiabilidad del instrumento.....	64
3.9.1	Validación de los instrumentos	64
3.9.2	Confiabilidad de instrumentos.....	64

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados:	66
4.1.1	Resultados de propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto	77



4.1.2	Resultados sobre la influencia de porcentajes de Caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades físicas del adoquin patron	82
4.1.3	Resultados sobre la influencia de porcentajes de Caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades mecánicas del adoquin patron	97
4.2	Discusión de Resultados.....	128
CONCLUSIONES.....		131
RECOMENDACIONES.....		133
REFERENCIAS.....		134
ANEXOS		138



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	24
Tabla 2 Muestras empleadas en la investigación	57
Tabla 3 Gradación – agregado fino	66
Tabla 4 Propiedades físicas agregado fino.....	67
Tabla 5 Pesos unitario suelto agregado fino.....	67
Tabla 6 Pesos unitario compactado agregado fino	68
Tabla 7 Gradación agregado grueso	68
Tabla 8 Características granulométricas – agregado grueso.....	69
Tabla 9 Pesos unitario suelto agregado grueso	70
Tabla 10 Pesos unitario compactado agregado grueso	70
Tabla 11 Características del material empleado.....	70
Tabla 12 Dosificación de materiales.....	71
Tabla 13 Volúmenes de caucho reciclado granulado como sustituto del agregado fino	71
Tabla 14 Volúmenes de desechos de tuberías como sustituto del agregado fino.....	72
Tabla 15 Dosificación de materiales según cantidad de unidades - MP.....	72
Tabla 16 Dosificación de materiales según cantidad de unidades MP con 5% de c.g.r	73
Tabla 17 Dosificación de materiales según cantidad de unidades MP con 8% de c.g.r	73
Tabla 18 Dosificación de materiales según cantidad de unidades – MP con 11% de c.r.g.....	74
Tabla 19 Dosificación de materiales según cantidad de unidades MP con 5% de d.t.....	74
Tabla 20 Dosificación de materiales según cantidad de unidades – MP con 8% de d.t.....	75
Tabla 21 Dosificación de materiales según cantidad de unidades – MP+ 11% de d.t.....	75
Tabla 22 Cantidad total de insumos AP más porcentajes de c.g.r.....	76
Tabla 23 Cantidad total de insumos AP más porcentajes de d.t.	76
Tabla 24 Absorción adoquín patrón.....	77
Tabla 25 Alabeo adoquín patrón.....	78
Tabla 26 Variación dimensional adoquín patrón.....	78
Tabla 27 Resistencia a la compresión adoquín patrón a los 7 das.....	79
Tabla 28 Resistencia a la compresión adoquín patrón a los 14 das	79
Tabla 29 Resistencia a la compresión adoquín patrón a los 28 das	80



Tabla 30 Resistencia a flexión adoquín patrón a los 14 días.....	81
Tabla 31 Resistencia a flexión adoquín patrón a los 28 días.....	81
Tabla 32 Propiedad de absorción adoquín p más 5% de c.g.r en sustitución del a.f.....	83
Tabla 33 Propiedad de absorción adoquín más 8% de c.r.g en sustitución del a.f.....	83
Tabla 34 Propiedad de absorción adoquín más 11% de c.r.g en sustitución del a.f.....	84
Tabla 35 Alabeo adoquín patrón más 5% de c.g. r en sustitución parcial del a.f.	85
Tabla 36 Alabeo adoquín patrón más 8% de c.r.g en sustitución parcial del a.f.	85
Tabla 37 Alabeo adoquín patrón más 11% de c.r.g en sustitución parcial del a.f.	86
Tabla 38 Variación dimensional adoquín más 5% de c.r.g en sustitución parcial del a.f.....	87
Tabla 39 Variación dimensional adoquín más 8% de c.r.g en sustitución parcial del a.f.....	87
Tabla 40 Variación dimensional adoquín patrón más 11% de c.r.g en sustitución parcial del a.f.....	88
Tabla 41 Propiedad de absorción adoquín más 5% de d.t. en sustitución del a.f.	90
Tabla 42 Propiedad de absorción adoquín patrón más 8% de t.r en sustitución del a.f.	90
Tabla 43 Propiedad de absorción adoquín patrón más 11% de d.t. en sustitución del a.f.....	91
Tabla 44 Alabeo adoquín más 5% de d.t en sustitución parcial del a.f.....	92
Tabla 45 Alabeo – adoquín patrón más 8% de d.t. en sustitución parcial del a.f.	92
Tabla 46 Alabeo adoquín más 11% de d.t. en sustitución parcial del a.f.....	93
Tabla 47 Variación dimensional adoquín más 5% de d.t en sustitución parcial del a.f.....	94
Tabla 48 Variación dimensional adoquín patrón más 8% de d.t en sustitución parcial del a.f.....	94
Tabla 49 Variación dimensional adoquín más 11% de d.t en sustitución parcial del a.f.....	95
Tabla 50 Resistencia a la compresión a los 7 días adoquín más 5% de c.g.r. en s.p.a.f.	97
Tabla 51 Resistencia a la compresión a los 14 días adoquín patrón más 5 de c.g.r. en s.p.a.f.....	98
Tabla 52 Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín patrón más 5 de c.g.r en s.p.a.f.	98
Tabla 53 Resistencia a la compresión a los 7 días adoquín más 8% de c.g.r en s.p. a.f.....	99
Tabla 54 Resistencia a la compresión a los 14 días adoquín más 8% de c.g.r en s.p.a.f.....	100
Tabla 55 Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín más 8% de c.g.r en s.p.a.f.....	100
Tabla 56 Resistencia a la compresión a los 7 días adoquín más 11% de c.g.r en sustitución del a.f ...	101
Tabla 57 Resistencia a la compresión a los 14 días adoquín más 11% de c.g.r en sustitución del a.f..	102
Tabla 58 Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín más 11% de c.g.r en sustitución del a.f.	102
Tabla 59 Resistencia a la compresión a los 7 días adoquín más 5% de d.t. en sustitución del a.f.....	105
Tabla 60 Resistencia a la compresión a los 14 días adoquín más 5% de d.t en sustitución del a.f.....	105
Tabla 61 Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín más 5% de d.t. en sustitución del a.f.	106



Tabla 62	Resistencia a la compresión a los 7 días adoquín más 8% de d.t. en sustitución del a.f.....	107
Tabla 63	Resistencia a la compresión a los 14 días adoquín más 8% de d.t. en sustitución del a.f	107
Tabla 64	Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín más 8% de d.t. en sustitución del a.f	108
Tabla 65	Resistencia a la compresión a los 7 días adoquín más 11% de d.t. en sustitución del a.f	109
Tabla 66	Resistencia a la compresión a los 14 días adoquín más 11% de d.t. en sustitución del a.f ...	109
Tabla 67	Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín más 11% de d.t. en sustitución del a.f ..	110
Tabla 68	Resistencia a la flexión a los 7 días adoquín más 5% de c.g.r en s.p.a.f.	113
Tabla 69	Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 5% de c.g.r en s.p.a.f.....	113
Tabla 70	Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 5% de c.g.r en s.p.a.f.....	114
Tabla 71	Resistencia a la flexión a los 7 días adoquín más 8% de c.g.r en s.p.a.f.	115
Tabla 72	Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 8% de c.g.r en s.p.a.f.....	115
Tabla 73	Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 8 % de c.g.r en s.p.a.f.....	116
Tabla 74	Resistencia a la flexión a los 7 días adoquín más 11% de c.g.r en s.p. a.f.....	117
Tabla 75	Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 11% de c.g.r en s.p. a.f.....	117
Tabla 76	Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 11% de c.g.r en s.p. a.f.....	118
Tabla 77	Resistencia a la flexión a los 7 días adoquín más 5% de d.t. en s.p.a.f.	120
Tabla 78	Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 5% de d.t. en s.p.a.f.	120
Tabla 79	Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 5% de d.t. en s.p.a.f.	121
Tabla 80	Resistencia a la flexión a los 7 días adoquín más 8% de d.t. en s.p.a.f.	122
Tabla 81	Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 8% de d.t. en s.p.a.f.	122
Tabla 82	Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 8% de d.t. en s.p.a.f.	123
Tabla 83	Resistencia a la flexión a los 7 días adoquín más 11% de d.t. en s.p a.f.	124
Tabla 84	Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 11% de d.t. en s.p a.	124
Tabla 85	Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 11% de d.t. en s.p a.	125



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva de gradación agregado fino	67
Figura 2 Curva de gradación – agregado grueso	69
Figura 3 Comportamiento de resistencia a la compresión de la muestra patrón	80
Figura 4 Comportamiento de resistencia ala flexión de la muestra patrón	82
Figura 5 Absorción del adoquín más caucho reciclado granulado en 5,8y11% en sustitución del a.f... 84	
Figura 6 Alabeo del adoquín más 5,8 y 11% de caucho granulado reciclado en sustitución del a.f	86
Figura 7 Variación dimensional del adoquín más 5,8 y 11% caucho granulado reciclado en s.p.a.f.... 89	
Figura 8 Absorción del adoquín patrón más sustitucion de desechos de tuberia en 5,8 y 11%	91
Figura 9 Alabeo del adoquín más 5,8 y 11% de desechos de tuberia en sustitución del a.f	93
Figura 10 Variación dimensional del adoquín más 5,8 y 11% de desecho de tuberia en s.p.a.f.	96
Figura 11 Resistencia a la compresión adoquin más 5% de caucho reciclado en s.p.a.f.	99
Figura 12 Resistencia a la compresión adoquín más en 8% de caucho granulado como s.p, a.f	101
Figura 13 Resistencia ala compresión adoquín más sustitución de 11% caucho granulado reciclado	103
Figura 14 Comparativo de resistencia ala compresión adoquín patrón vs adoquin con sustitución de % caucho granulado reciclado	104
Figura 15 Resistencia ala compresión adoquín patrón más adición de 5% tubería reciclada.....	106
Figura 16 Resistencia a la compresión adoquín más 8% tubería reciclada en sustitución del a.f	108
Figura 17 Resistencia ala compresión adoquín más sustitucion en 11% por desechos de tubería	110
Figura 18 Comparativo de resistencias del adoquín base y el adoquin con sustitucion en 5,8,11% por desecho de tubería.....	111
Figura 19 Comparativo de resistencias ala compresión adquiridas del adoquín patrón vs A+ 5,8,11% de caucho reciclado granulado y tubería reciclada en sustitución parcial del a.f.....	112
Figura 20 Resistencia ala flexión a los 7,14 y 28 días de A+5% c.g.r.en s.p. a.f.....	114
Figura 21 Resistencia ala flexión a los 7,14 y 28 días de A más 8% c.g.r. en s.p.a.f.	116
Figura 22 Resistencia a la flexion adoquín más sustitucion en 8% por caucho granulado reciclado ...	118
Figura 23 Resistencia al a flexión Adoquin patrón y A más 5,8 y 11 % c.g.r. a los 7,14 y 28 días	119
Figura 24 Resistencia a la flexión de A+5% d.t. a los 7,14 y 28 días	121
Figura 25 Resistencia a la flexión de A+8% t.r. a los 7,14 y 28 días	123
Figura 26 Resistencia a la flexión de A+11% t.r. a los 7,14 y 28 días	125



Figura 27 Comparativo a la flexión de la Adoquin patrón y A+5,8 y 11 % d.t. a los 7,14 y 28 días126

Figura 28 Comparativo de resistencias ala flexión adquiridas a los 28 días del adoquín patrón vs
adoquin con 5,8,11% de caucho reciclado granulado y tubería reciclada.....127



RESUMEN

La presente investigación denominada "Influencia de la aplicación de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en la provincia de Puno 2025". Presenta como línea central determinar cómo es la influencia de la aplicación de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en la provincia de Puno 2025. La metodología empleada en la presente es de un enfoque cuantitativo, un nivel explicativo, tipo aplicada, diseño experimental, método científico, donde la población está constituida por adoquines de concreto producidos en la provincia de Puno, las muestras ascienden a un total de 141 unidades, siendo los porcentajes empleados de 5, 8 y 11% en ambos casos, las técnicas utilizadas fueron la observación, ensayos de laboratorio. Los resultados muestran que la muestra patrón presenta un porcentaje de absorción de 5.19%, un alabeo promedio de 1.41 mm, variación dimensional en sus tres componentes geométricos de -0.08, -0.006 y 0.33. En cuanto a las propiedades mecánicas el adoquín presenta una resistencia a la compresión a los 28 días de 326.45 kg/cm² y de 67.14 kg/cm² en lo que a flexión, Con el empleo en sustitución de 5.8 y 11 % de c.g.r se produjo un incremento de la absorción de 5.19 % ,10.04% y 22.92% .Mientras que con el empleo en sustitución de desechos de tubería se produjo una reducción de esta en 4.23%, 5.20% y 14.45% , en lo que a la propiedad de alabeo se refiere en ambos casos esta propiedad tiende a subir. En cuanto a la propiedad de variación dimensional con el empleo de caucho las dimensiones tienden a reducirse notoriamente por debajo de las dimensiones base, mientras que con el empleo de desechos de tubería esta tiende a subir en sus dimensiones, pero ligeramente., Mientras que con el empleo en sustitución del c.g.r en porcentajes de 5%, la resistencia tiende a incrementarse en un 1.02% mientras que con la adición de 8 y 11% se reduce en un 2.77% y 7.86%, mientras que con el empleo en sustitución de desechos de tubería produjo una reducción de 0.18%, 1.43%, 2.48% . En cuanto a la propiedad de resistencia a la flexión el empleo en sustitución de caucho granulado reciclado



produjo una reducción de 3.02%, 5.18% y 8.17% respectivamente, mientras que con el empleo en sustitución de desechos de tubería se produjo un incremento de la resistencia en 3.15%, 1.87% y 0.44% si bien se produce un incremento este va reduciendo a medida que se incremente el porcentaje de desechos de tubería. Se concluye que La influencia de la aplicación de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías en porcentajes de 5,8,11% sobre las propiedades de adoquines de concreto es variable siendo favorable produciendo incremento y descenso en las propiedades de absorción, incrementos bajos del alabeo y variación dimensional, en cuanto a la resistencia a la compresión ambos materiales en sustitución inciden de forma negativa reduciendo esta capacidad a excepción del 5% de caucho que permite un incremento suave de la misma, en cuanto a la resistencia a la flexión, el caucho en los porcentajes descritos influyen de forma negativa reduciendo esta capacidad, mientras que esta propiedad tiende a incrementarse con el empleo de desechos de tubería pero a medida que se sube los porcentajes este tiende a bajar.

Palabras Clave: Caucho granulado reciclado, desechos de tuberías, adoquines.



ABSTRACT

This research, entitled "Influence of the application of recycled granulated rubber and pipe waste on the properties of concrete paving stones manufactured in the province of Puno 2025," The central aim of this study is to determine the influence of applying recycled granulated rubber and pipe waste on the properties of concrete paving stones manufactured in the province of Puno in 2025. The methodology employed is quantitative, explanatory, applied, experimental, and uses the scientific method. The population consists of concrete paving stones produced in the province of Puno, with a total of 141 units in the sample. The percentages used were 5%, 8%, and 11% in both cases. The techniques used were observation and laboratory testing. The results show that the control sample has an absorption percentage of 5.19%, an average warping of 1.41 mm, and dimensional variations in its three geometric components of -0.08, -0.006, and 0.33. Regarding mechanical properties, the paving stone has a compressive strength at 28 days of 326.45 kg/cm² and a flexural strength of 67.14 kg/cm². With the use of 5.8% and 11% of c.g.r as a replacement, there was an increase in absorption of 5.19%, 10.04%, and 22.92%. While with the use of pipe waste as a replacement, there was a reduction of 4.23%, 5.20%, and 14.45%. As for the warping property, in both cases this property tends to increase. Regarding the dimensional variation property, with the use of rubber, the dimensions tend to be noticeably reduced below the base dimensions, while with the use of pipe scraps, the dimensions tend to increase, but only slightly. With the use of 5% CGR as a substitute, the resistance tends to increase by 1.02%, while with the addition of 8% and 11%, it is reduced by 2.77% and 7.86%, respectively. With the use of pipe scraps as a substitute, a reduction of 0.18%, 1.43%, and 2.48% was produced. Regarding the flexural strength property, the use of recycled granulated rubber as a substitute resulted in a reduction of 3.02%, 5.18% and 8.17% respectively, while the use of pipe waste as a substitute resulted in an increase in strength of 3.15%, 1.87% and 0.44%, although there is an increase, this decreases as the percentage of pipe waste increases. It is concluded that the influence of applying



recycled granulated rubber and pipe waste at percentages of 5, 8, and 11% on the properties of concrete pavers is variable, being favorable, producing increases and decreases in absorption properties, low increases in warping and dimensional variation. Regarding compressive strength, both materials used as substitutes have a negative impact, reducing this capacity, except for the 5% rubber, which allows a slight increase. As for flexural strength, rubber at the described percentages has a negative impact, reducing this capacity, while this property tends to increase with the use of pipe waste, but as the percentages increase, it tends to decrease.

Keywords: Recycled rubber granules, pipe scraps, paving stones.



INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el desarrollo sostenible en el sector de la construcción ha cobrado una relevancia creciente a nivel mundial, impulsado por la necesidad de reducir la huella ambiental de los materiales convencionales y promover la reutilización de residuos industriales. En este contexto, la incorporación de materiales reciclados en la fabricación de elementos constructivos ha demostrado ser una alternativa técnica y ambientalmente viable. A nivel internacional, diversos estudios han explorado el uso de caucho granulado reciclado proveniente de neumáticos fuera de uso (NFU) y desechos plásticos o poliméricos derivados de tuberías, con el objetivo de mejorar la flexibilidad, absorción de energía y durabilidad de los concretos prefabricados. Investigaciones desarrolladas en países como España, Estados Unidos, India y Japón han evidenciado que la sustitución parcial de agregados finos o gruesos por caucho triturado puede reducir el peso unitario del concreto y aumentar su capacidad de amortiguación, contribuyendo a una construcción más resiliente y sostenible.

En el ámbito nacional, el Perú enfrenta un problema creciente relacionado con la acumulación de neumáticos en desuso y residuos plásticos de tuberías, los cuales, al no contar con una gestión adecuada, generan impactos negativos en el suelo y en la calidad del aire debido a su lenta degradación y ocasional quema. En respuesta a ello, la ingeniería civil peruana ha empezado a integrar el principio de economía circular en la producción de materiales, buscando reducir la dependencia de los agregados naturales y mitigar los efectos ambientales del sector. Experimentos realizados en universidades y centros tecnológicos del país muestran resultados alentadores en la fabricación de concretos modificados con residuos industriales, logrando una reducción significativa en la extracción de áridos naturales y una valorización eficiente de los desechos no biodegradables.

A nivel local, en la provincia de Puno, el crecimiento urbano y la demanda de infraestructura vial han incrementado la necesidad de materiales de pavimentación más resistentes, económicos y sostenibles. Sin embargo, la producción tradicional de



adoquines de concreto continúa dependiendo en gran medida de agregados pétreos extraídos de canteras locales, lo que genera presión ambiental sobre los ecosistemas y eleva los costos de producción.

En la presente investigación Bajo este escenario fue necesario establecer la investigación en unos cuatro capítulos los cuales se presentan en orden secuencial para un mejor entendimiento del trabajo investigativo,

El capítulo I, Consiste en un análisis de los temas a partir de la exposición del problema, seguido de establecimiento de las interrogantes generales y específicas, que seguidos de los objetivos de la investigación; a continuación, se expone la justificación del estudio en diversos ámbitos, las hipótesis correspondientes y las variables según la tipología de nuestra investigación, y finalmente se expresa bajo un cuadro la operacionalización de las variables consideradas.

El capítulo II, Esta sección ofrece una visión general del marco teórico, que se compone de tres apartados diferenciados: el marco conceptual, los fundamentos teóricos y el marco conceptual. A efectos del estudio, constituyen una fuente esencial.

El capítulo III, el cual está denominado como "metodología de investigación" dentro de la cual se cita diversos aspectos y abarca aspectos como la estrategia, el tipo, el nivel, el diseño, el método, la población y la muestra del estudio, además de los métodos, las herramientas y los procesos de recopilación de datos, así como el análisis de datos

El capítulo IV, La sección titulada «Resultados y discusión» ofrece una descripción detallada del procedimiento llevado a cabo, que dio lugar a los resultados correspondientes a cada una de las líneas de investigación indicadas. Se considera que estos resultados son consecuencia de una serie de acciones. Además, incluye un análisis de estos hallazgos en relación con otros estudios vinculados al presente proceso de investigación.



Tras el análisis de los capítulos tratados anteriormente, el trabajo pasa a presentar las conclusiones. seguidamente de las diversas sugerencias y la bibliografía pertinente al tema. Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones y la respectiva bibliografía consultada.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

En la actualidad, el crecimiento acelerado de la industria automotriz y de la construcción ha generado un incremento considerable en la acumulación de neumáticos fuera de uso y desechos plásticos provenientes de tuberías, materiales que, por su composición polimérica, presentan una alta resistencia a la degradación natural. A nivel internacional, este tipo de residuos constituye un desafío ambiental prioritario, ya que su disposición inadecuada en vertederos o su incineración libera gases tóxicos y micro plásticos que afectan la calidad del aire, el suelo y los recursos hídricos. Diversos países han implementado tecnologías de reciclaje para transformar estos residuos en materias primas secundarias, promoviendo su incorporación en la elaboración de mezclas asfálticas, concretos modificados y otros productos constructivos con menor impacto ambiental.

En el contexto nacional, el Perú enfrenta dificultades significativas en la gestión integral de residuos sólidos no biodegradables, especialmente en regiones con limitado acceso a plantas de reciclaje o infraestructura tecnológica. Los neumáticos y restos de tuberías plásticas se acumulan en botaderos informales o en espacios urbanos, generando focos de contaminación visual y sanitaria. Paralelamente, la industria de la construcción

continúa utilizando materiales convencionales como el cemento y los agregados pétreos, cuya extracción indiscriminada ocasiona deterioro ambiental y aumento en los costos de producción. Esta situación plantea la necesidad de buscar alternativas sostenibles que integren materiales reciclados sin comprometer la calidad estructural ni la durabilidad de los elementos constructivos.

A nivel local, en la provincia de Puno, la expansión urbana y el desarrollo de vías pavimentadas han incrementado la demanda de adoquines de concreto como solución modular y resistente para el mejoramiento vial. Sin embargo, los adoquines producidos actualmente dependen en su totalidad de agregados naturales, mientras que los residuos de caucho y tuberías se acumulan sin aprovechamiento técnico alguno. Esta realidad evidencia una oportunidad desaprovechada para implementar tecnologías de valorización de residuos sólidos, capaces de transformar materiales contaminantes en componentes constructivos de alta utilidad.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo es la influencia de la aplicación de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en la provincia de Puno 2025?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas que presenta un adoquín de concreto elaborado con agregados propios de la provincia de Puno?
2. ¿Como influye el empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades físicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón?

3. ¿Como influye el empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades mecánicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar cómo es la influencia de la aplicación de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en la provincia de Puno 2025

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar las características físicas y mecánicas que presenta un adoquín de concreto elaborado con agregados propios de la provincia de Puno
2. Determinar cómo influye el empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades físicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón
3. Determinar cómo influye el empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades mecánicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

La presente investigación presenta su justificación dentro del contexto técnico, primeramente, porque será un nuevo aporte de información dentro del ámbito de uso de materiales no convencionales y reutilizables, Así mismo desde la óptica técnica la empleo del caucho granulado reciclado como elemento sustitutorio parcial en la mezcla para la producción de unidades denominada adoquines de concreto Podría generar cambios

positivos en sus propiedades tanto con el empleo de caucho reciclado y desechos de tuberías

1.4.2 Justificación económica

La presente trabajo investigativo presenta su justificación en este aspecto primeramente en poder elaborar elementos aprovechando el caucho granulado reciclado y desechos de tuberías plásticas como sustitutos parciales del agregado fino. Este enfoque permite reducir de manera significativa los costos de producción, al emplear materiales reciclados de bajo costo y alta disponibilidad local, en reemplazo de agregados pétreos cuya extracción, transporte y procesamiento implican un gasto considerable de energía y recursos naturales.

Desde una perspectiva productiva, el uso de estos residuos contribuye a diversificar las fuentes de materia prima para la industria de prefabricados, disminuyendo la dependencia de canteras y reduciendo el impacto económico derivado del agotamiento de materiales naturales. Además, el empleo de caucho granulado y fragmentos de tubería favorece el desarrollo de mezclas más ligeras, lo que implica menores costos de transporte, manipulación e instalación de los adoquines, generando un efecto directo en la optimización de los procesos constructivos.

1.4.3 Justificación social

La presente investigación se justifica dentro del contexto social, primeramente, la implementación de estos materiales alternativos en la fabricación de adoquines puede generar productos con propiedades adecuadas para su empleo en vías peatonales, veredas y espacios públicos, contribuyendo al mejoramiento del entorno urbano y al desarrollo de infraestructuras más sostenibles.

Además, el aprovechamiento de residuos sólidos genera oportunidades de concientización de reciclaje

1.4.4 Justificación ambiental

La presente investigación se justifica dentro del presente aspecto en la necesidad de reducir el impacto negativo generado por los residuos no biodegradables, como el caucho proveniente de neumáticos y los plásticos de tuberías desechadas. Estos materiales, al ser de difícil degradación, representan una fuente persistente de contaminación del suelo, del aire y de los cuerpos de agua, así mismo promoverá la reutilización de materiales de desecho, disminuyendo la demanda de recursos naturales como los agregados finos y gruesos.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La influencia de la aplicación de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en la provincia de Puno 2025 será positiva traduciéndose en una mejora de las mismas

1.5.2 Hipótesis específicas

1. Las características físicas y mecánicas que presenta un adoquín de concreto elaborado con agregados propios de la provincia de Puno. Estarán comprendidas dentro las consideraciones permisibles según normativa siendo esta absorción, alveo variabilidad dimensional resistencia al compresión y flexión
2. La influencia del empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades físicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón. Será positivo produciendo mejoras sustanciales en las mismas para ambos casos con porcentajes menores al 11%
3. La influencia del empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades mecánicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón será positiva presentando incrementos sustanciales de las mismas con porcentajes menores al 11%



1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

Caucho granulado reciclado y desechos de tuberías

Indicadores:

- Caucho granulado reciclado en 5%, 8%, 11%.del volumen del agregado fino
- Desechos de tuberías en 5%, 8%, 11%. del volumen del agregado fino

1.6.2 Variable dependiente

Adoquines de concreto

Indicadores:

- Propiedades físicas
- Propiedades mecánicas

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variablen	Definición	Dimensión	Indicadores	Inst. de Medición	Tipo
VI Caucho granulado reciclado	Es el material obtenido de la trituración y separación de neumáticos fuera de uso, conformado por partículas de caucho de tamaño comprendido entre 0.5 mm y 5 mm.	Proporción caucho granulado reciclado	Porcentaje de caucho granulado reciclado (5%, 8%, 11%) del volumen del agregado fino	Balanza digital	Continua
Desechos de tubería	Son fragmentos o restos provenientes del corte, reemplazo o deterioro de conducciones plásticas, metálicas o de concreto,	Proporción de desechos de tubería	Porcentaje de desechos de tubería (5%, 8%, 11%) del volumen del agregado fino		
VD Adoquines de concreto	Son unidades prefabricadas elaboradas con una mezcla dosificada de cemento, agua y agregados, moldeadas y curadas para alcanzar resistencia y durabilidad, empleadas como material de pavimentación modular en superficies vehiculares y peatonales.	Propiedades físicas Propiedades mecánicas	Absorción en % Alveo en mm Variación dimensional % Resistencia compresión kg/cm ² Resistencia a flexión en kg/cm ²	Equipos de laboratorio. Normas Técnicas	Continua Continua

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según Mohamad et al, (2023). En este trabajo se investiga "Desarrollo de adoquines de hormigón ecológicos a partir de gránulos de caucho molido y puzolana ecoprocesada", sostiene que este estudio implica el procesamiento y desarrollo de materiales finales para crear productos de adoquines ecológicos reutilizables. Los conceptos de reciclaje, reutilización y recuperación son fundamentales para reducir la cantidad de daño ambiental causado por la eliminación indiscriminada de basura. A medida que se aplica la necesidad de recuperar las máximas ganancias del enfoque de gestión al tiempo que se garantiza la sostenibilidad ambiental, surge el concepto de residuos a riqueza. Los objetivos de esta investigación son producir un "adoquín ecológico" para pasarelas peatonales formulado a partir de materiales de desecho como puzolana ecoprocesada (EPP) y caucho granulado de neumáticos de desecho. Aunque la resistencia de los adoquines ecológicos que incorporan EPP usado y caucho granulado aumentó en un 33%, con una relación agua-cemento fijada en 0,5. La resistencia a la compresión de los adoquines ecológicos es mayor cuando el contenido de EPP y caucho granulado es

menor. La resistencia aumentó en un 35% cuando se usó menos EPP y caucho granulado. Se recomienda el uso de EPP y caucho granulado basado en el diseño M1, que solo permite un 33% de contenido de EPP. Por lo tanto, la incorporación de EPP y caucho granulado como componentes para adoquines de cemento y arena permitió producir adoquines más sustentables y de menor costo.

Según Sangeetha et al, (2024) En este trabajo "Comportamiento a flexión de vigas de hormigón con tubos de PVC embebidos con caucho granulado de desecho ", sostiene que el trabajo de investigación presentó una investigación exhaustiva y detallada sobre el comportamiento a la flexión de vigas de concreto que incorporan tubos de PVC rellenos de caucho granulado. El estudio tuvo como objetivo explorar el potencial de utilizar caucho granulado como reemplazo parcial de los agregados gruesos convencionales en vigas de concreto, con la adición de tubos de PVC como elemento de refuerzo. Para llevar a cabo el estudio, se prepararon muestras de laboratorio utilizando una proporción de mezcla de 1:1.5:3 (M20), y se incorporaron proporciones variables de caucho granulado a la mezcla de concreto. El caucho granulado se colocó cuidadosamente dentro de encapsulados de PVC, y posteriormente se hormigonaron las vigas de concreto. El equipo de investigación controló cuidadosamente los porcentajes de reemplazo, que incluyeron 1, 3, 5 y 7% del volumen total de agregado grueso. El objetivo principal de la investigación fue evaluar el impacto de la incorporación de caucho granulado en la resistencia a la flexión de las vigas de concreto. Para lograrlo, los investigadores realizaron pruebas y análisis exhaustivos, centrándose en parámetros como la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y el comportamiento de carga-deflexión de las vigas. Los resultados del estudio revelaron una mejora significativa en el comportamiento a la flexión de las vigas de hormigón con la adición de caucho granulado. A medida que el porcentaje de caucho aumentaba hasta el 5%, la resistencia a la flexión de las vigas también mostró un aumento progresivo. Sin embargo, por encima del umbral del 5%, no se observó ningún cambio significativo en la resistencia a la flexión con nuevas adiciones de caucho. En concreto, las resistencias a la



flexión para vigas convencionales y vigas rellenas de PVC con caucho fueron del 13,5%, 15,3%, 16,6%, 17,1% y 17,0%, respectivamente. Los hallazgos indican que la incorporación de tuberías de PVC rellenas de caucho granulado residual puede mejorar eficazmente la resistencia a la flexión de las vigas de hormigón. La naturaleza elástica y resiliente de las partículas de caucho contribuye a la capacidad de absorción de energía de las vigas, lo que se traduce en una mejor capacidad de carga y resistencia a la deformación. Además, el entrelazado de las partículas de caucho con el material de la matriz circundante mejora la integridad estructural general de las vigas compuestas. Es evidente que existe un porcentaje óptimo de reemplazo de caucho que proporciona el máximo beneficio en términos de mejora de la resistencia a la flexión. Más allá de este punto, la adición de caucho adicional podría no producir mejoras significativas y podría generar desafíos prácticos en la trabajabilidad o la densidad. Los resultados del estudio subrayan la importancia de optimizar el contenido de caucho para lograr las mejoras deseadas en el rendimiento de las vigas de hormigón. Al seleccionar el porcentaje adecuado de reemplazo de caucho, los ingenieros pueden lograr un equilibrio entre la mejora de la resistencia a la flexión y otras propiedades mecánicas críticas. El alcance del estudio abarcó un rango limitado de porcentajes de contenido de caucho. Un conjunto de datos más extenso que abarque una gama más amplia de contenidos de caucho proporcionaría una comprensión más detallada de la relación entre el relleno de caucho y la resistencia de las vigas. Además, los investigadores destacaron la necesidad de explorar la durabilidad a largo plazo, el impacto ambiental y la rentabilidad de las vigas rellenas de caucho. El estudio presentado en el artículo de investigación aporta información valiosa sobre el potencial de incorporar caucho granulado residual en vigas de hormigón, junto con tuberías de PVC como método de refuerzo. Los resultados demuestran la viabilidad de este enfoque para mejorar la resistencia a la flexión de las vigas de hormigón, haciéndolas más resilientes y duraderas bajo cargas cíclicas. En conclusión, la investigación muestra las prometedoras posibilidades de utilizar caucho granulado residual en prácticas de

construcción sostenibles. Destaca la importancia de optimizar cuidadosamente el contenido de caucho para lograr las mejoras deseadas en la resistencia a la flexión y destaca la necesidad de realizar más investigaciones para explorar las implicaciones más amplias de este enfoque. Con la investigación y el perfeccionamiento continuos, la incorporación de tuberías de PVC rellenas de caucho granulado residual podría allanar el camino hacia prácticas de construcción más eficientes, respetuosas con el medio ambiente y resilientes

Según Bastiani et al (2024) en su artículo científico con traducción del inglés como "Análisis del uso de caucho procedente de la banda de ruedas de neumáticos en adoquines de concreto ". Quienes desarrollaron el objetivo general de estudiar la sustitución de agregados naturales por residuos de caucho para adoquines de concreto en Porto Alegre, Brasil la presente se desarrolló bajo un enfoque experimental tipo aplicado, la dosificación empleada para las unidades de concreto 1:0.4:0.45 de los componentes cemento, a.f, a.g. los porcentajes de caucho empleados fueron de 5 ,10 y 15%, se elaboraron un total de 160 unidades de adoquines. Los resultados indican primeramente en la propiedad de absorción fue de 9, 8 y 9.50%, los tres valores son superiores al 6% con los porcentajes de 5 ,10 y 15%, en lo que ala resistencia ala compresión las unidades evaluadas alcanzaron a los 28 dias 407.89 ,224.34 ,203.94 y 101.97, siendo la primera la de la muestra patron produciendo una reducción considerable con respecto ala muestra patron de 47.69%, 51.83% y 77.79%. Se concluye que el uso de caucho reciclado en dosificaciones de 50 ,10 y 15% reduce considerablemente la resistencia ala compresión, pero incide positivamente en la resistencia ala abrasión

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según Chinguel y Flores (2020), en su estudio "Adoquín con adición de caucho granulado reciclado para lograr un adecuado comportamiento al esfuerzo de compresión; Moyobamba, 2019", La resistencia a la compresión de adoquines con caucho granulado



reciclado es el foco de esta investigación. Se realizó una investigación experimental utilizando el caucho granulado reciclado como variable independiente y la resistencia a la compresión del adoquín como variable dependiente. Los fabricantes produjeron 36 adoquines (la población de muestra). Se emplearon observación, análisis de materiales, diseño de mezcla y pruebas de compresión utilizando formularios estandarizados. Los experimentos de laboratorio siguieron las secuencias y metodologías de diseño de mezcla y pruebas de materiales de ACI, ASTM y AASHTO 97. Las pruebas de resistencia a la compresión se realizaron a los 7, 14 y 28 días de edad con diferentes cantidades de caucho granulado sustituyendo el agregado fino. Los diferentes tiempos de curado produjeron diferentes resultados. El adoquín de 28 días de edad que contenía un 15 % de caucho granulado tuvo la mayor resistencia a la compresión. Se concluye que, el adoquín que contenía un 15 % de caucho granulado reciclado tuvo la resistencia a la compresión máxima (357,38 kg/cm²) a los 28 días.

Según Canales & Mamani (2021), en su trabajo de investigación "Efecto del uso de caucho reciclado en adoquines de concreto" quienes consideraron como línea base la determinación parámetros mecánicos de adoquines de mezcla con concreto y caucho neumático reciclado para pavimentos la presente investigación se desarrolló presenta un tipo y diseño investigativo cuantitativo y experimental, la población está representada por las unidades de adoquín conformados por la muestra patrón de resistencia teórica de 340 kg/cm² y en la que se empleara la sustitución en porcentajes de 10, 15 y 20% respectivamente. La muestra asciende a un total de 24 unidades. Los resultados obtenidos bajo los parámetros descritos indican que en la resistencia a la compresión y tensión de la muestra base esta alcanzó una resistencia a los 28 días de 342.00 kg/cm², la cual es superior a la de diseño, mientras que en lo que la resistencia a tensión fue de 33.3 kg/cm² así mismo con el empleo de caucho granulado en porcentajes de 10, 15 y 20% las resistencias alcanzadas a los 28 días fueron de 269.05, 240.21 y 188.55 kg/cm² lo que produjo una disminución en 21%, 30% y 45% con respecto a la resistencia alcanzada por



la muestra base . En lo que a la resistencia a la tensión los resultados indican valores de 29.5, 27.9 y 24.7 kg/cm² valores por debajo del alcanzado por la muestra base siendo, Se concluye el empleo de caucho reciclado como sustituto en porcentajes de 10, 15 y 20% en adoquines de concreto inciden de forma negativa ya que produce una reducción de la resistencia de compresión y tensión respectivamente siendo directamente proporcional el efecto ala cantidad porcentual de reemplazo.

Según Aparicio (2022), su investigación titulada “Adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo - 2021”, tuvo como línea , general determinar la incidencia de la adición del policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021. La metodología de investigación fue científica, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación fue explicativo y el diseño de investigación fue cuasiexperimental. La población comprendió adoquines de concreto, y el método de muestreo fue no probabilístico, incluyendo 75 unidades de adoquines evaluadas en el laboratorio para determinar las especificaciones para adoquines fabricados. Se realizaron pruebas reglamentarias, revelando que el adoquín de concreto que incorpora cloruro de polivinilo (PVC) en porcentajes de aditivo de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% no cumple con los criterios de resistencia a la compresión, aunque se adhiere a la tolerancia dimensional máxima estipulada por las regulaciones. Además, las propiedades físicas —absorción, contenido de humedad y peso unitario— se ajustan a la norma NTP 399.611 para la producción de adoquines de concreto.

Según Calderon y Castillo (2024), en su investigación titulada “Influencia del caucho granulado reciclado y fibra Eucalyptus camaldulensis en propiedades físico-mecánicas de adoquines de tránsito liviano, La Esperanza, Trujillo, La Libertad “, El contexto de este estudio fue el ODS 9 y su objetivo asociado 9.4, "Industria, Innovación e Infraestructura". El propósito principal de este estudio fue examinar los efectos de la incorporación de caucho granulado reciclado y fibra de Eucalyptus camaldulensis en adoquines destinados a tráfico bajo en La Esperanza, Trujillo y La Libertad. Los objetivos específicos de este

estudio fueron determinar las propiedades físicas de los agregados, el caucho granulado reciclado y la fibra de *Eucalyptus camaldulensis*, así como identificar las características de las mezclas que contenían 5%, 10% y 15% de estos materiales. Otro objetivo fue evaluar el efecto de estos componentes en la resistencia a la compresión después de 30 días de uso y, finalmente, comparar los efectos del caucho granulado reciclado y la fibra de *Eucalyptus camaldulensis* en la resistencia a la compresión. Los adoquines y las muestras de prueba fueron sometidos a ensayos mecánicos como parte de la investigación. Este estudio empleó un enfoque experimental para evaluar los efectos de diferentes combinaciones de caucho granulado reciclado y fibra de *Eucalyptus camaldulensis* en 300 adoquines fabricados con un material natural. La resistencia a la compresión disminuyó al aumentar las proporciones de caucho y fibra hasta el 10 % y el 15 %, respectivamente, lo que sugiere que la resistencia disminuye con el incremento de la proporción del material añadido.

Según (Quintana, 2025) en su trabajo de pregrado llamado "Caracterización del comportamiento mecánico de adoquines tipo i con adición de caucho granular reciclado para pavimentos de uso peatonal, Chota, 2024". Quien desarrollo caracterizar el comportamiento mecánico de adoquines tipo I con adición de caucho granular reciclado para pavimentos de uso peatonal , así mismo la metodología empleada adoptada para el desarrollo de la presente fue de tipo aplicada m con enfoque cuantitativo m de novel explicativo , con un diseño experimental la muestra empleada asciende a un total de 180 unidades ,las proporciones empleadas fueron de 10 , 20 ,40 y 60% con respecto al volumen que ocupan los agregados en el diseño de mezclas. De un concreto de $f'c = 290\text{kg/cm}^2$. Los resultados obtenidos indican Los resultados indicaron que la incorporación de caucho granular influye sustancialmente en las propiedades mecánicas de los adoquines. Los adoquines con 0% y 10% de caucho cumplieron con las normas reglamentarias, alcanzando un equilibrio entre peso, trabajabilidad y resistencia mecánica. Las proporciones superiores al 10% provocaron una mayor absorción de agua y una menor

resistencia a la compresión (358,29, 308,32, 278,06, 239,43 y 193,33 kg/cm² para adoquines con 0%, 10%, 20%, 40% y 60% de caucho) y resistencia a la flexión (120,55, 109,11, 90,58, 85,68 y 76,83 kg/cm² para adoquines con 0%, 10%, 20%, 40% y 60% de caucho). En resumen, la incorporación de caucho granulado reciclado en adoquines es factible en niveles de hasta el 10%, lo que garantiza su idoneidad para pasos peatonales de acuerdo con la norma NTP 399.611 (2017).

2.1.3 Antecedente local

Según Apaza (2024). En su investigación "Análisis de las propiedades de los bloques de concreto convencional y adicionados con granos de caucho reciclado en la Ciudad de Juliaca", Esta investigación busca evaluar los efectos del uso de gránulos de caucho reciclado en las propiedades de los bloques de concreto producidos en Juliaca. La población de estudio incluyó 180 bloques de concreto, utilizando un diseño experimental, una metodología de investigación científica y una técnica de investigación explicativa. Las proporciones de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua utilizadas para fabricar bloques de concreto con una resistencia a la compresión (f'_c) de 100 kg/cm², utilizando agregados de la cantera Isla, fueron 1.00, 4.12, 2.44 y 0.91, respectivamente. La variabilidad dimensional del bloque de concreto estándar exhibió discrepancias de 0.28% en altura, 0.29% en anchura y 0.10% en absorción, con una tasa de absorción promedio de 2.18%. La deformación del bloque estándar medida 1.19 mm. El bloque estándar puede soportar una tensión de compresión máxima de 95.22 kg/cm². La resistencia de los bloques mejoró notablemente con el uso de gránulos de caucho reciclado, alcanzando 100,41 kg/cm² a una concentración del 5%. La resistencia disminuyó a 90,43 kg/cm² al 10% y a 80,42 kg/cm² al 15%. A concentraciones del 5%, 10% y 15%, los bloques de caucho reciclado mostraron resistencias de 91,41 kg/cm², 85,45 kg/cm² y 79,30 kg/cm², respectivamente. En consecuencia, se puede inferir que la incorporación de gránulos de caucho reciclado en bloques de hormigón en diferentes concentraciones generalmente

disminuye su eficiencia, afectando negativamente su resistencia. La única excepción a esta regla es el bloque que contiene un 5% de caucho reciclado, el cual mostró una resistencia de 100,41 kg/cm², superando la de la muestra de control.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Adoquín de concreto

2.2.1.1. Aspectos generales

El adoquín de concreto es un elemento prefabricado utilizado principalmente para la construcción de pavimentos intertrabado. Se caracteriza por su forma geométrica regular y su capacidad de distribuir cargas mediante el contacto entre piezas. Su origen se remonta a la antigua Roma, donde se empleaban bloques de piedra tallada para conformar calzadas duraderas, como la Vía Apia. Sin embargo, con el avance del concreto hidráulico en el siglo XX, se inició la producción de adoquines de concreto moldeado, los cuales reemplazaron progresivamente a las piedras naturales por su facilidad de fabricación y uniformidad dimensional. En las últimas décadas, el adoquín de concreto ha evolucionado hacia un material de alta tecnología, adaptado a los criterios modernos de sostenibilidad, resistencia mecánica, estética y reutilización de materiales reciclados, convirtiéndose en una alternativa versátil y duradera para la infraestructura urbana y peatonal. (Apaza, 2024).

2.2.1.2. Clasificación y tipología de los adoquines de concreto

Los adoquines de concreto se clasifican según su forma, uso, resistencia y método de fabricación. De acuerdo con su geometría, pueden ser rectangulares, hexagonales, trapezoidales o de formas especiales diseñadas para mejorar el entrelazado y la estabilidad del pavimento. En cuanto a su aplicación, se dividen en adoquines para tránsito peatonal, vehicular liviano y tráfico pesado, variando sus dimensiones y espesores entre 60 mm y 100 mm. Asimismo, existen adoquines vibro comprimidos y adoquines prensados en seco, diferenciados por el método de compactación. En términos funcionales, también se clasifican en adoquines permeables, fotocatalíticos, decorativos y ecológicos, estos

últimos elaborados con materiales reciclados o con propiedades de drenaje que favorecen la gestión sostenible del agua urbana. (Calderon y Castillo, 2024)

2.2.1.3. Composición y materiales constitutivos del adoquín de concreto

El adoquín de concreto está compuesto principalmente por cemento Portland, agregados finos y gruesos, agua y aditivos. El cemento actúa como aglutinante hidráulico, generando cohesión y resistencia; los agregados aportan estabilidad dimensional y reducen la retracción; el agua permite la hidratación del cemento; y los aditivos modifican las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y resistencia. En la actualidad, se incorporan materiales no convencionales como fibras sintéticas, polvo de caucho, vidrio molido, cenizas volantes, escorias o desechos plásticos, que mejoran el desempeño mecánico o la sostenibilidad ambiental del producto. La selección adecuada de la granulometría y la relación agua/cemento es fundamental para obtener una mezcla homogénea, densa y con mínima porosidad, garantizando un adoquín de alta calidad estructural. (Calderon y Castillo, 2024)

2.2.1.4. Propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto

Las propiedades físicas y mecánicas determinan la calidad y desempeño de los adoquines. Entre las más importantes destacan la resistencia a la compresión, que oscila entre 35 y 50 MPa según su uso; la absorción de agua, que no debe superar el 7% para evitar deterioros por congelamiento; la densidad aparente, que influye en la estabilidad volumétrica; y la resistencia al desgaste por abrasión, fundamental para pavimentos sometidos a tráfico constante. Además, la durabilidad frente a ciclos térmicos, la resistencia al impacto y la estabilidad dimensional son indicadores claves de la calidad. Estas propiedades se ven influenciadas por la composición de la mezcla, el método de compactación y las condiciones de curado, lo que exige un control riguroso durante la producción. (Chavez, 2024)

2.2.1.5. Normativas técnicas para la fabricación y control de calidad de adoquines

La fabricación de adoquines de concreto se regula por normas técnicas que garantizan su calidad y desempeño. A nivel internacional, la norma ASTM C936 establece los requisitos de resistencia mínima a la compresión (55 MPa), absorción máxima (5%) y tolerancias dimensionales. En Perú, la Norma Técnica Peruana NTP 399.602 regula la clasificación, dimensiones y procedimientos de ensayo para adoquines vibro comprimidos. Estas regulaciones son esenciales para garantizar la uniformidad del producto y la seguridad estructural del pavimento, fomentando la aplicación de prácticas sostenibles y el uso de materiales reciclados bajo parámetros controlados. (Chavez, 2024)

2.2.1.6. Procesos de fabricación y curado de adoquines de concreto

El proceso de fabricación de adoquines de concreto comprende varias etapas: dosificación, mezclado, moldeo, compactación, desmoldeo y curado. La dosificación precisa de materiales garantiza una mezcla homogénea y con la consistencia adecuada. Posteriormente, el mezclado se realiza en estado seco o semiseco para lograr una alta densidad. En la etapa de moldeo, se utilizan máquinas vibro prensas que aplican presión y vibración simultáneas, asegurando una compactación uniforme. Una vez desmoldados, los adoquines se someten a un proceso de curado húmedo o por vapor, que dura entre 24 y 72 horas, permitiendo una adecuada hidratación del cemento. Este proceso es determinante para alcanzar la resistencia final, minimizar fisuras y optimizar la durabilidad del producto. (Chinguel y Flores, 2019)

2.2.1.7. Métodos de ensayo y evaluación del desempeño de los adoquines

Los adoquines de concreto se evalúan mediante ensayos normalizados que permiten determinar sus propiedades físicas y mecánicas. Entre los principales ensayos se incluyen la resistencia a la compresión (ASTM C140), la absorción de agua, el desgaste por abrasión (ASTM C418), la resistencia al impacto y la resistencia al deslizamiento.

Asimismo, se realizan pruebas de durabilidad frente a ciclos de congelamiento y deshielo, eflorescencia y variación dimensional. Estas evaluaciones permiten garantizar la calidad del producto y su desempeño en condiciones de servicio reales. En investigaciones recientes, se complementan estos métodos con análisis no destructivos y modelación numérica para estudiar la respuesta estructural de los adoquines bajo cargas dinámicas y ambientales. (Chinguel y Flores, 2019)

2.2.1.8. Factores que influyen en el comportamiento estructural del adoquín de concreto

El comportamiento estructural de los adoquines depende de múltiples factores, entre ellos la composición de la mezcla, la compactación, la relación agua/cemento y el tipo de agregado. Una granulometría bien distribuida mejora la densidad y reduce los vacíos, aumentando la resistencia. La calidad del curado y el contenido de humedad también afectan el desarrollo de la microestructura del concreto. Por otro lado, factores externos como la carga vehicular, la base granular, la junta entre adoquines y el tipo de confinamiento lateral determinan el desempeño global del pavimento intertrabado. El diseño debe garantizar una adecuada transferencia de cargas entre piezas, evitando desplazamientos diferenciales o deformaciones excesivas. (Aparicio, 2022)

2.2.1.9. Durabilidad y comportamiento frente a agentes ambientales

La durabilidad de los adoquines de concreto está condicionada por su capacidad para resistir la acción de agentes físicos, químicos y biológicos. Factores como la humedad, la radiación solar, los ciclos de congelación y el ataque de sales o sulfatos pueden deteriorar progresivamente el material. Un adoquín durable debe presentar baja permeabilidad, buena resistencia al desgaste y adecuada densidad superficial. Los métodos modernos de fabricación incorporan aditivos impermeabilizantes, selladores superficiales y materiales reciclados como caucho o polímeros para aumentar su

flexibilidad y resistencia al agrietamiento. Asimismo, los adoquines permeables han demostrado un excelente comportamiento ambiental, al reducir escorrentías y facilitar la infiltración de agua al subsuelo. (Aparicio, 2022)

2.2.1.10. Aplicaciones constructivas con adoquines

Los adoquines de concreto se emplean ampliamente en la pavimentación de calles urbanas, parques, veredas, estacionamientos y zonas industriales. Los sistemas de pavimento intertrabado se componen de tres capas: la base granular, la cama de arena y el adoquinado superficial. Su colocación permite una rápida ejecución, fácil mantenimiento y posibilidad de reutilización. Además, los adoquines presentan ventajas como la reducción del ruido, mayor estética y permeabilidad. Los sistemas modulares de pavimentación facilitan el reemplazo de piezas dañadas sin requerir maquinaria pesada. En la actualidad, las ciudades modernas los adoptan como una solución sostenible y estéticamente adaptable a los entornos urbanos. (Rodríguez y Javela, 2022)

2.2.1.11. Adoquines ecológicos y sostenibles

Los adoquines ecológicos representan una evolución hacia la construcción sostenible. Estos productos integran materiales reciclados como caucho, vidrio molido, plásticos o escorias, reduciendo el consumo de recursos naturales y las emisiones de CO₂. Las nuevas tecnologías permiten fabricar adoquines permeables que facilitan la recarga de acuíferos y mitigan inundaciones urbanas. También se desarrollan adoquines fotocatalíticos con dióxido de titanio, capaces de degradar contaminantes atmosféricos. La aplicación de inteligencia artificial en el control de producción y el uso de energías renovables en el curado son innovaciones recientes que mejoran la eficiencia energética del proceso. Este enfoque ecológico contribuye a los objetivos globales de economía circular y desarrollo urbano sostenible. (Rodríguez y Javela, 2022).

2.2.1.12. Comportamiento del adoquín de concreto con materiales reciclados

El empleo de materiales reciclados en adoquines de concreto ha cobrado relevancia por sus beneficios técnicos y ambientales. La incorporación de caucho granulado, residuos plásticos, vidrio triturado o desechos de construcción permite mejorar la tenacidad, reducir el peso y aumentar la capacidad de absorción de impactos. Sin embargo, la proporción de sustitución debe ser cuidadosamente controlada para no afectar la resistencia a compresión ni la durabilidad. Diversas investigaciones demuestran que la adición de hasta 10% de caucho o plástico reciclado mejora la flexibilidad del adoquín y su resistencia al agrietamiento superficial. Esto promueve una alternativa técnica viable para la valorización de residuos sólidos y la producción de pavimentos sostenibles. (Goyal et al, 2023)

2.2.1.13. Ventajas y limitaciones del uso de adoquines de concreto en infraestructura urbana

Los adoquines de concreto ofrecen múltiples ventajas: alta durabilidad, mantenimiento sencillo, facilidad de instalación y estética versátil. Además, su sistema intertrabado distribuye las cargas de manera eficiente, reduciendo el deterioro por fatiga. En términos ambientales, su capacidad de reutilización y permeabilidad los convierte en una opción ecológica frente a pavimentos asfálticos. Sin embargo, presentan limitaciones como la sensibilidad a la calidad de la base granular, el costo inicial de fabricación y la necesidad de mano de obra calificada para su correcta colocación. Aun así, su comportamiento técnico y su adaptabilidad urbana justifican su creciente aplicación en proyectos de pavimentación sostenible. (Sangeetha et al, 2024)

2.2.1.14. Modelo diseño para pavimentos con adoquines de concreto

El diseño estructural de pavimentos con adoquines se basa en la interacción entre el adoquinado, la cama de arena y la base granular. Modelos analíticos como el método de Interlocking Concrete Pavement Institute (ICPI) y el modelo Mechanistic-Empirical Pavement Design permiten predecir la vida útil del pavimento en función de las cargas de

tráfico y las propiedades de los materiales. Estos modelos consideran factores como la deformación elástica, la rigidez de las juntas y la redistribución de esfuerzos. Las herramientas numéricas, como el método de elementos finitos (MEF), se utilizan actualmente para simular el comportamiento tridimensional del sistema intertrabado, optimizando su diseño y desempeño. (Sangeetha et al, 2024)

2.2.1.15. Perspectivas de innovación y sostenibilidad en la fabricación de adoquines

Las perspectivas futuras en la fabricación de adoquines de concreto se orientan hacia la innovación tecnológica y la sostenibilidad ambiental. Se promueve el uso de adiciones minerales, residuos industriales, polímeros reciclados y tecnologías de impresión 3D para personalizar diseños y reducir el desperdicio de materiales. Asimismo, el desarrollo de adoquines inteligentes con sensores integrados permite monitorear el tráfico y las condiciones del pavimento en tiempo real. Estas innovaciones apuntan a una construcción resiliente, de bajo impacto ambiental y alineada con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). La provincia de Puno, con su creciente urbanización, tiene un gran potencial para adoptar estas tecnologías y fortalecer la economía circular local. (Karimi et al, 2023)

2.2.2 Caucho granulado reciclado

2.2.2.1. Concepto y definición del caucho granulado reciclado

El caucho granulado reciclado se define como un material particulado proveniente del proceso de trituración y separación de neumáticos fuera de uso (NFU) u otros productos de caucho vulcanizado. Este material conserva las propiedades elásticas y resilientes del caucho original, pero adquiere una forma granular que facilita su incorporación en diversas aplicaciones industriales. En el campo de la ingeniería civil, el caucho granulado se utiliza como agregado alternativo en mezclas de concreto, asfaltos, morteros o suelos

estabilizados, contribuyendo a mejorar la flexibilidad y amortiguación de las estructuras. Su uso representa una solución innovadora ante la acumulación de residuos no biodegradables, transformándolos en insumos útiles para la construcción sostenible. (Karimi et al, 2023)

2.2.2.2. Origen y fuentes de obtención del caucho reciclado

El caucho reciclado proviene principalmente de neumáticos fuera de uso (NFU), que constituyen uno de los mayores desechos sólidos a nivel mundial. Estos neumáticos, compuestos de caucho natural y sintético, refuerzos textiles y metálicos, son desechados anualmente en millones de toneladas. Otras fuentes incluyen restos de bandas transportadoras, mangueras, calzado industrial y juntas de maquinaria. En el contexto peruano, gran parte de los NFU termina en vertederos informales, generando impactos ambientales significativos. Por ello, el reciclaje de caucho busca recuperar este material mediante la recolección, clasificación y procesamiento, integrándolo en cadenas productivas de valor agregado, especialmente en el sector de la construcción, donde sus propiedades físicas resultan altamente aprovechables. (Mohamad et al, 2023)

2.2.2.3. Procesos de reciclaje y obtención del caucho granulado

La obtención del caucho granulado implica un proceso industrial que combina métodos mecánicos, térmicos y químicos. En la trituración mecánica, los neumáticos se cortan en fragmentos y luego se reducen mediante molinos de cuchillas hasta alcanzar partículas menores a 5 mm. Posteriormente, se realiza la separación magnética y neumática para retirar el acero y las fibras textiles. En la molienda criogénica, los residuos son enfriados con nitrógeno líquido hasta volverse quebradizos, permitiendo una molienda más fina y homogénea. Los procesos químicos, por su parte, incluyen técnicas de despolimerización o activación superficial para mejorar la compatibilidad del caucho con matrices cementicias o poliméricas. El producto final se clasifica por tamaño y pureza,

obteniéndose un material de textura uniforme, limpio y apto para aplicaciones constructivas. (Harinder et al, 2024)

2.2.2.4. Propiedades del caucho granulado reciclado

El caucho granulado reciclado posee propiedades distintivas que lo convierten en un material versátil. Físicamente, presenta baja densidad (entre 1.1 y 1.3 g/cm³), alta elasticidad, y una absorción de agua moderada debido a su estructura porosa. Químicamente, mantiene una composición compleja basada en hidrocarburos, polímeros sintéticos como el estireno-butadieno y aditivos antioxidantes. Su comportamiento mecánico está marcado por una elevada capacidad de deformación sin fractura y una notable resistencia al impacto. Estas características le otorgan una capacidad de disipación de energía superior a la de los agregados minerales, aunque también reducen la rigidez y la resistencia a compresión de las mezclas en las que se incorpora, lo que obliga a optimizar su dosificación para cada aplicación específica. (Mackliff Jaya, 2025)

2.2.2.5. Clasificación granulométrica y características del tamaño de partícula

La granulometría del caucho reciclado influye significativamente en sus propiedades y en su desempeño dentro de las mezclas de concreto. En general, se clasifica en tres categorías: polvo de caucho (partículas menores a 1 mm), caucho granulado fino (1–4 mm) y caucho granulado grueso (4–10 mm). El tamaño de partícula determina la superficie específica de contacto y la adherencia con la matriz cementicia. Las partículas finas mejoran la trabajabilidad y homogeneidad del concreto, mientras que las más gruesas actúan como agregados ligeros que incrementan la tenacidad y reducen la densidad total. Un control preciso de la granulometría es esencial para garantizar una mezcla equilibrada y un comportamiento mecánico adecuado del material compuesto. (Narvaéz y Armando, 2024)

2.2.2.6. Aplicaciones del caucho granulado reciclado en la ingeniería civil

El caucho granulado reciclado ha encontrado múltiples aplicaciones dentro de la ingeniería civil, especialmente en el diseño de pavimentos, concretos modificados, muros de contención y elementos prefabricados. En pavimentos asfálticos, se emplea para producir asfaltos de caucho, que presentan mayor durabilidad y resistencia a la fatiga. En concreto hidráulico, su incorporación parcial en sustitución de agregados finos o gruesos mejora la capacidad de absorción de impactos, la flexibilidad y la resistencia al agrietamiento superficial. También se utiliza en rellenos ligeros, drenajes, suelos estabilizados y sistemas de aislamiento acústico o vibratorio. Estas aplicaciones demuestran su potencial como material ecológico y de alto valor funcional en obras de infraestructura moderna. (Rodríguez y Javela, 2022)

2.2.2.7. Influencia del caucho granulado en las propiedades del concreto

La adición de caucho granulado en el concreto produce cambios significativos en sus propiedades físicas y mecánicas. En general, se observa una reducción de la densidad y de la resistencia a compresión, debido a la menor rigidez del caucho respecto a los agregados minerales. No obstante, se mejora la ductilidad, la absorción de energía y la resistencia al impacto, lo que convierte al concreto modificado en un material más flexible y resistente a fisuras. Además, el caucho contribuye a disminuir el ruido estructural y a aumentar la capacidad de amortiguamiento de vibraciones. Estas características hacen del concreto con caucho una alternativa idónea para pavimentos urbanos y prefabricados expuestos a esfuerzos dinámicos. (Aparicio, 2022)

2.2.2.8. Interacción del caucho con la matriz cementicia

La interacción entre las partículas de caucho y la matriz cementicia es un factor determinante en el comportamiento del concreto modificado. Debido a la naturaleza hidrofóbica del caucho, la adherencia con el cemento es limitada, lo que puede generar micro vacíos en la zona de transición interfacial (ZTI). Para contrarrestar este efecto, se

aplican tratamientos superficiales como la cloración, oxidación ácida o recubrimientos con silano, que aumentan la energía superficial y mejoran la compatibilidad química. También se emplean aditivos plastificantes o agentes de acoplamiento que facilitan la dispersión del caucho en la mezcla. Un adecuado tratamiento superficial permite optimizar la unión mecánica y garantizar un mejor desempeño estructural. (Goyal et al, 2023)

2.2.2.9. Ventajas y limitaciones del uso del caucho granulado reciclado

El uso del caucho granulado reciclado ofrece ventajas notables, como la reducción de residuos sólidos, la disminución del peso estructural del concreto, el aumento de la resiliencia y la absorción de impactos, y la mejora en el aislamiento acústico y térmico. Asimismo, promueve la sostenibilidad al sustituir parcialmente los agregados naturales. Sin embargo, presenta limitaciones técnicas, como la pérdida de resistencia a compresión y módulo de elasticidad, además de una posible disminución en la adherencia interfacial si no se aplican tratamientos adecuados. El desafío actual radica en alcanzar un equilibrio entre desempeño mecánico y sostenibilidad ambiental, mediante diseños de mezcla optimizados y técnicas de modificación superficial del caucho. (Indraratna et al, 2021)

2.2.2.10. Impacto ambiental del reciclaje de caucho

El reciclaje de caucho representa una estrategia ambiental altamente efectiva para la gestión de residuos sólidos no biodegradables. Los neumáticos abandonados constituyen una fuente de contaminación visual, riesgo de incendios y focos de proliferación de vectores. Al transformarlos en caucho granulado, se reduce su volumen en vertederos y se evita la emisión de gases tóxicos por combustión. Además, se contribuye a la economía circular, reintroduciendo el material en procesos productivos de larga duración. La reutilización del caucho en materiales de construcción disminuye la extracción de áridos naturales y reduce la huella de carbono asociada al transporte y

procesamiento de materias primas, fortaleciendo la sostenibilidad ambiental urbana. (Karimi et al, 2023)

2.2.2.11. Normativas y regulaciones sobre el uso del caucho reciclado

A nivel internacional, existen diversas normativas que regulan la gestión y el uso del caucho reciclado. La Directiva 2000/53/CE de la Unión Europea y la EPA (Environmental Protection Agency) en Estados Unidos promueven el reciclaje de neumáticos y restringen su disposición en vertederos. En el ámbito de materiales de construcción, normas como la ASTM D6270 y la EN 14243 establecen requisitos de calidad, granulometría y control de impurezas. En el contexto peruano, la Ley N.º 27314 – Ley General de Residuos Sólidos y su reglamento impulsan la valorización de residuos mediante su aprovechamiento industrial. Estas regulaciones buscan integrar el caucho reciclado dentro de un marco técnico y ambiental seguro. (Mohamad et al, 2023)

2.2.2.12. Innovaciones tecnológicas en el procesamiento del caucho reciclado

Las innovaciones recientes en el procesamiento del caucho reciclado se centran en mejorar su calidad, eficiencia y compatibilidad con matrices cementicias o poliméricas. Entre ellas destaca la molienda criogénica, que produce partículas de alta pureza y tamaño controlado; la activación superficial con plasma o nanopartículas de sílice, que incrementan la adherencia; y la micronización, que permite obtener polvo ultrafino para aplicaciones de alto rendimiento. Además, la incorporación de sensores y control automatizado en plantas recicladoras mejora la trazabilidad y homogeneidad del material. Estas tecnologías consolidan al caucho reciclado como un recurso industrial de valor creciente en la ingeniería de materiales sostenibles. (Sangeetha et al, 2024)

2.2.2.13. Efecto del caucho granulado en la durabilidad y desempeño del concreto

El caucho granulado puede mejorar ciertos aspectos de la durabilidad del concreto, como la resistencia a la abrasión, la capacidad de absorción de energía y la tolerancia a deformaciones térmicas. Su presencia reduce la formación de fisuras por contracción plástica y mejora el comportamiento frente a impactos o vibraciones. Sin embargo, si se utiliza en exceso, puede incrementar la porosidad y disminuir la resistencia a la penetración de cloruros. Por ello, se recomienda limitar la sustitución a un rango entre el 5% y 15%, dependiendo del tamaño de partícula. En este intervalo, el concreto modificado logra un equilibrio adecuado entre durabilidad, sostenibilidad y desempeño estructural. (Suchithra et al, 2022)

2.2.2.14. Elementos prefabricados con caucho granulado reciclado

El uso de caucho granulado en la fabricación de adoquines de concreto y otros prefabricados ha demostrado ser una alternativa viable y sostenible. Los adoquines modificados con caucho presentan mayor capacidad de absorción de impactos, reducción del peso unitario y mejor comportamiento frente al desgaste superficial. Además, su flexibilidad permite una mejor distribución de cargas dinámicas y mayor resistencia al agrietamiento. Investigaciones recientes confirman que pequeñas proporciones de caucho (entre 5% y 10%) no afectan significativamente la resistencia a compresión, pero sí mejoran la resiliencia del material. Esto convierte a los adoquines con caucho reciclado en una opción idónea para pavimentos urbanos sostenibles. (Chavez, 2024)

2.2.2.15. Perspectivas de sostenibilidad del caucho reciclado

Las perspectivas futuras del caucho granulado reciclado se orientan hacia su integración plena en la economía circular y la construcción sostenible. Su utilización contribuye a cerrar el ciclo de vida de los neumáticos, generando valor a partir de residuos.

Además, su incorporación en materiales de larga duración, como concretos o adoquines, prolonga la vida útil del recurso y reduce la presión sobre los ecosistemas naturales. Con el avance de tecnologías verdes y políticas de valorización de residuos, se prevé un aumento significativo en la demanda de caucho reciclado, impulsando una transición hacia infraestructuras más resilientes, eficientes y respetuosas con el medio ambiente. (Harinder et al, 2024)

2.2.3 Desechos de tuberías

2.2.3.1. Definición de los desechos de tubería

Los desechos de tubería son materiales residuales generados por la sustitución, fabricación, instalación o mantenimiento de redes de conducción de fluidos, tanto en obras civiles como en sistemas industriales y domiciliarios. Generalmente provienen de tuberías de polímeros termoplásticos (como PVC, HDPE o PPR) o metálicos (como acero galvanizado o hierro fundido) que han alcanzado el final de su vida útil o presentan defectos estructurales. Desde un enfoque técnico, estos residuos son considerados subproductos reciclables con potencial de reutilización, ya que conservan propiedades físicas y químicas estables incluso después de su retiro. Su aprovechamiento como material secundario en la industria de la construcción contribuye a la reducción del volumen de desechos sólidos y al desarrollo de alternativas sostenibles para la fabricación de concretos o prefabricados. (Chavez, 2024)

2.2.3.2. Clasificación de las tuberías y sus materiales constitutivos

Las tuberías pueden clasificarse según su material constitutivo, aplicación y tipo de fluido transportado. Entre las más comunes destacan las de policloruro de vinilo (PVC), polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno (PP o PPR), acero galvanizado y hierro fundido. Cada tipo de material posee características particulares: las de PVC son ligeras, resistentes a la corrosión y ampliamente utilizadas en sistemas de agua potable y desagüe; las de HDPE destacan por su flexibilidad y alta resistencia química; mientras que las

metálicas presentan una elevada rigidez y resistencia mecánica, pero menor durabilidad frente a la oxidación. Los residuos derivados de estos materiales presentan una composición estable y alta durabilidad, lo que permite su transformación mediante procesos de reciclaje para aplicaciones constructivas. (Chinguel y Flores, 2019)

2.2.3.3. Generación y fuentes de desechos de tubería

Los desechos de tubería se originan principalmente durante las fases de fabricación, instalación, reemplazo o mantenimiento de sistemas de conducción. En obras civiles, los recortes sobrantes, tuberías fracturadas o descartadas por defectos geométricos constituyen una fuente importante de residuos. A nivel urbano, la renovación de redes de agua potable, alcantarillado o gas genera grandes volúmenes de tuberías plásticas en desuso. Además, la sustitución tecnológica hacia materiales más eficientes ha incrementado el retiro de conducciones antiguas, incrementando el volumen de desechos sólidos. Estos materiales, por su naturaleza termoplástica, no se degradan fácilmente, lo que los convierte en una alternativa viable para procesos de valorización mediante trituración o fundición controlada. (Apaza, 2024)

2.2.3.6. Propiedades físicas y químicas de los desechos de tubería reciclados

Los desechos de tubería reciclados presentan propiedades físicas y químicas que varían según el material de origen. En general, los plásticos como el PVC y HDPE poseen baja densidad aparente ($0.9\text{--}1.4\text{ g/cm}^3$), alta resistencia química, escasa absorción de agua y excelente estabilidad térmica. Además, su módulo de elasticidad reducido y su comportamiento no frágil les confieren una capacidad de deformación que puede ser aprovechada en la mejora del comportamiento dúctil de materiales cementicios. En el caso de los metales reciclados, se mantiene una alta resistencia mecánica, aunque su reciclaje implica mayor consumo energético. La estabilidad química de los polímeros hace que estos materiales no reaccionen con la matriz cementicia, lo que requiere estudios de

compatibilidad y técnicas de activación superficial para mejorar su adherencia. (Indraratna et al, 2021)

2.2.3.7. Procesamiento y transformación de desechos de tubería para aplicaciones constructivas

El procesamiento de desechos de tubería con fines constructivos inicia con la reducción de tamaño mediante trituración o molienda, obteniéndose fragmentos o partículas con granulometría controlada. Estas partículas pueden ser utilizadas como sustitutos parciales del agregado fino o grueso en la elaboración de concretos, morteros o adoquines. En algunos casos, los desechos plásticos son fundidos y extruidos para formar nuevos elementos constructivos o perfiles. Los procesos de transformación incluyen también la micronización para obtener polvo plástico que mejora la trabajabilidad y la densidad de la mezcla. La aplicación de tratamientos térmicos o químicos puede optimizar la adherencia entre los desechos y la pasta cementicia, favoreciendo su integración estructural. (Karimi et al, 2023)

2.2.3.8. Influencia de los desechos de tubería en las propiedades del concreto

La incorporación de desechos de tubería en mezclas de concreto modifica sus propiedades físicas y mecánicas. En términos generales, se observa una disminución de la densidad y la absorción de agua, debido a la baja porosidad y peso específico del material plástico. Sin embargo, también puede presentarse una ligera reducción en la resistencia a compresión cuando el contenido de adición es elevado, debido a la menor adherencia del plástico con el cemento. Por otro lado, se incrementa la flexibilidad, la tenacidad y la resistencia al impacto, lo que resulta favorable en pavimentos, adoquines y elementos sometidos a cargas dinámicas. Por tanto, el diseño de mezclas debe optimizar el porcentaje de sustitución para lograr un equilibrio entre resistencia estructural y desempeño funcional. (Mohamad et al, 2023)

2.2.3.9. Compatibilidad y adherencia entre los desechos de tubería y la matriz cementicia

La compatibilidad entre los desechos plásticos de tubería y la matriz cementicia depende de la afinidad química y la rugosidad superficial del material. Dado que los polímeros son hidrofóbicos, tienden a reducir la adherencia con el cemento hidratado, afectando la cohesión interna del concreto. Para contrarrestar este efecto, se emplean tratamientos superficiales como el lijado, el ataque químico con soluciones alcalinas o el recubrimiento con agentes adherentes, que incrementan la energía superficial del plástico y mejoran la interacción mecánica. La investigación en este campo busca desarrollar métodos de compatibilización sostenibles que permitan una mejor integración sin alterar las propiedades del material reciclado ni del cemento. (Apaza, 2024)

2.2.3.10. Ventajas y desventajas del uso de desechos de tubería reciclados

Entre las principales ventajas del uso de desechos de tubería reciclados destacan la reducción del impacto ambiental, el aprovechamiento de residuos no biodegradables, la disminución del consumo de agregados naturales y el menor peso del concreto modificado. Además, este tipo de material puede mejorar la resistencia a la abrasión y la elasticidad del producto final. No obstante, sus limitaciones incluyen la pérdida parcial de resistencia a compresión, dificultades en la adherencia y variabilidad en las propiedades del material reciclado, lo que exige una adecuada caracterización y control de calidad antes de su aplicación masiva. (Chavez, 2024)

2.2.3.11. Normativas aplicables a la reutilización de desechos plásticos

Diversas normativas internacionales, como la ISO 14001 (Gestión Ambiental), la ASTM D790 (Propiedades mecánicas de plásticos reforzados) y la ASTM C33 (especificaciones de agregados para concreto), establecen lineamientos para la utilización de materiales reciclados en construcción. A nivel nacional, los reglamentos de gestión

ambiental y las políticas de economía circular promueven la valorización de residuos plásticos. Aunque aún no existe una normativa específica para el uso de desechos de tubería en concreto, se está avanzando hacia la normalización de prácticas experimentales y control de calidad que garanticen su seguridad estructural y ambiental. (Calderon y Castillo, 2024)

2.2.3.12. Experiencias previas con desechos de tubería en la construcción

Numerosos estudios han demostrado la viabilidad técnica del uso de desechos de tubería en la construcción, especialmente en concretos, bloques y adoquines. Investigaciones recientes indican que la incorporación de hasta un 10–15% de plástico triturado puede mantener una resistencia a compresión aceptable, mejorando al mismo tiempo la flexibilidad y la resistencia al impacto. En Latinoamérica, países como Perú, México y Brasil están promoviendo proyectos piloto que integran materiales reciclados en pavimentos y mobiliario urbano, contribuyendo a la innovación sostenible del sector. (Mackliff, 2025)

2.2.3.13. Desempeño estructural y comportamiento mecánico del concreto con desechos de tubería

El concreto con desechos de tubería presenta un comportamiento mecánico diferenciado, caracterizado por su menor densidad y mayor capacidad de deformación elástica. Estos concretos exhiben buena resistencia a impactos y desgaste superficial, aunque su resistencia a compresión disminuye ligeramente dependiendo de la proporción de adición. A nivel estructural, el uso controlado de partículas plásticas puede mejorar la capacidad de absorción de energía y reducir la propagación de fisuras, lo cual resulta ventajoso en elementos modulares como adoquines y losas prefabricadas. (Mohamad et al, 2022)

2.2.3.14. Innovaciones tecnológicas en el reciclaje y reutilización de desechos de tubería

Las innovaciones tecnológicas en el reciclaje de tuberías incluyen técnicas como la micronización criogénica, que reduce el tamaño de las partículas sin alterar sus propiedades, y la extrusión modificada, que mejora la pureza del material reciclado. Además, se han desarrollado procesos de compatibilización química mediante el uso de agentes de acoplamiento que promueven la adherencia entre plásticos y cementos. Estas innovaciones están impulsando la creación de materiales compuestos híbridos, capaces de sustituir parcialmente agregados naturales con un rendimiento estructural competitivo. (Chavez, 2024)

2.2.3.15. Perspectivas de sostenibilidad y economía circular en el uso de desechos de tubería

El aprovechamiento de desechos de tubería se inserta dentro de los principios de la economía circular, que promueve la reducción, reutilización y reciclaje de materiales para prolongar su ciclo de vida útil. En el contexto de la construcción sostenible, la incorporación de estos residuos permite disminuir la extracción de recursos naturales, reducir la huella de carbono y mitigar la contaminación ambiental. En el caso de la provincia de Puno, esta práctica podría representar una alternativa innovadora para el manejo de residuos sólidos urbanos, fortaleciendo las políticas locales de sostenibilidad y desarrollo tecnológico en el sector de la construcción. (Calderon y Castillo, 2024)

2.3 Marco conceptual

a. Adoquín de concreto

El adoquín de concreto es un elemento prefabricado modular elaborado a base de una mezcla controlada de cemento Portland, agregados finos y gruesos, agua y, en

algunos casos, aditivos o materiales reciclados, diseñado para resistir cargas de tránsito y condiciones ambientales exigentes

b. Caucho granulado reciclado

El caucho granulado reciclado es un material particulado obtenido mediante la trituración controlada de neumáticos fuera de uso u otros productos elastoméricos, conservando las propiedades elásticas y de amortiguación del caucho original. Su granulometría uniforme y su alta resistencia a la abrasión lo hacen ideal para aplicaciones en ingeniería civil

c. Desechos de tuberías

Los desechos de tuberías son residuos sólidos generados por el descarte, reemplazo o fabricación de conducciones plásticas, metálicas o de concreto utilizadas en sistemas hidráulicos, sanitarios o de drenaje. Estos materiales, principalmente de PVC, HDPE o polietileno, pueden ser reciclados y transformados en insumos para la construcción, aprovechando su resistencia, durabilidad y baja densidad.

d. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla es el proceso técnico mediante el cual se determinan las proporciones óptimas de los componentes de un material compuesto, como el concreto, con el fin de alcanzar las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad requeridas según su aplicación.

e. Resistencia a compresión

La resistencia a compresión es la capacidad de un material para soportar cargas axiales sin sufrir fallas estructurales o deformaciones permanentes, siendo un parámetro fundamental para evaluar su desempeño mecánico y calidad estructural.



f. Resistencia a flexion

La resistencia a flexión es la capacidad de un material para soportar esfuerzos de tracción y compresión simultáneos generados por una carga transversal, sin fracturarse ni perder su integridad estructura.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de investigación

El enfoque de investigación es cuantitativo, se fundamenta en la medición objetiva, controlada y numérica de las variables involucradas en el comportamiento del material. Este enfoque busca cuantificar los efectos físicos y mecánicos que produce la incorporación de estos residuos en el concreto, mediante la obtención de datos experimentales verificables y el uso de análisis estadísticos que permitan determinar la magnitud y significancia de los cambios observados.

Este enfoque busca explicar la realidad a través de datos medibles, garantizando rigor científico y confiabilidad en los resultados obtenidos. (Alfonso et al, 2020)

3.2 Nivel de investigación

El nivel explicativo busca encontrar las causas que originan un fenómeno es decir investiga aspectos de causa e incidencia de algo sobre un fenómeno .(González, 2022)

El nivel de la investigación es **explicativo** porque su propósito principal está enmarcado en poder explicar cómo afecta la incorporación de elementos tale como son la caucho granulado y desechos de tuberías sobre las características del adoquín de concreto

3.3 Tipo de investigación

El tipo de la investigación es **aplicada** porque su finalidad es utilizar conocimientos científicos y tecnológicos existentes para resolver un problema real en el ámbito de la construcción, específicamente la búsqueda de materiales sostenibles, económicos y con buen desempeño estructural.

El tipo de investigación aplicada es aquella que tiene como finalidad utilizar los conocimientos científicos y teóricos existentes para resolver problemas concretos del entorno real, generando soluciones prácticas, innovadoras y técnicamente viables. A diferencia de la investigación pura, que busca ampliar el conocimiento teórico, la investigación aplicada transforma ese conocimiento en herramientas, procesos o materiales con utilidad directa en la práctica profesional. (Iglesias, 2021)

3.4 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es experimental porque se basa en la manipulación controlada de variables para determinar cómo influyen ciertos factores (la cantidad de caucho granulado y desechos de tuberías) sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizado en la elaboración de adoquines.

El diseño experimental consiste en manipular deliberadamente una o más variables independientes para observar y analizar su efecto sobre una o más variables dependientes, bajo condiciones controladas. Su objetivo es establecer relaciones de causa y efecto entre los factores estudiados, garantizando que los resultados sean válidos, reproducibles y estadísticamente comprobables. (Paitán, 2014)

3.5 Método de la investigación

El método de la investigación es científico porque sigue un proceso sistemático, ordenado y verificable que permite observar, formular hipótesis, experimentar, analizar y concluir sobre cómo los materiales reciclados afectan las propiedades del concreto.

El método científico es un proceso sistemático, ordenado y lógico que se utiliza para adquirir conocimiento confiable y verificable sobre fenómenos naturales, sociales o tecnológicos, mediante la observación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis y comprobación de resultados. Su finalidad es explicar, predecir y controlar los hechos con base en evidencias objetivas, evitando interpretaciones subjetivas o empíricas. (Guadalupe y Concepción, 2020)

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

La población para la presente investigación está conformada por las unidades de adoquines de concreto que podrían ser producidas en la provincia de Puno durante el año 2025 empleando materias primas locales (cemento Portland, agregados locales) y con la posibilidad técnica de incorporar caucho granulado reciclado y desechos de tuberías como sustitutos parciales del agregado fino o como aditivo en la mezcla en diversos porcentajes.

3.6.2 Muestra

La muestra estará constituida por un conjunto de adoquines de concretos fabricados específicamente para el estudio, divididos en grupos experimentales según los porcentajes de reemplazo de agregado grueso, por caucho granulado reciclado y desechos de tuberías (patrón, 5%, 8% y 11%). Cada grupo estará compuesto por un número representativo de adoquines (21 unidades por grupo) haciendo un total de 147 unidades.

Tabla 2*Muestras empleadas en la investigación*

Muestras	MUESTRA			Total
	Resistencia ala compresión	Resistencia ala Flexion	Absorción, variación dimensional, alabeo	
Adoquin muestra patron	9	9	3	21
Adoquín + 5% caucho granulado reciclado (s.a.f)	9	9	3	21
Adoquín + 8% caucho granulado reciclado (s.a.f)	9	9	3	21
Adoquín + 11% caucho granulado reciclado (s.a.f)	9	9	3	21
Adoquín + 5% desechos de tuberías como (s.a.f)	9	9	3	21
Adoquín + 8% desechos de tuberías (s.a.f)	9	9	3	21
Adoquín + 11% desechos de tuberías (s.a.f)	9	9	3	21
TOTAL				147

La tabla antecesora muestra la cantidad de unidades a elaborarse y ser evaluadas para el recojo de información de las distintas

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

1. Observación experimental controlada

Esta técnica consiste en la observación sistemática de los resultados obtenidos en laboratorio, bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y dosificación, con el fin de registrar el comportamiento físico y mecánico de los adoquines elaborados con diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías.

Permite identificar cambios visibles en textura, densidad, porosidad y resistencia durante el proceso de curado, estableciendo una relación directa entre los componentes reciclados y las propiedades del concreto.

2. Ensayo de laboratorio

Se emplea como la técnica central de la investigación, mediante la ejecución de ensayos normalizados según normas nacionales e internacionales.

A través de esta técnica se determinan parámetros como:

- Resistencia a la compresión,
- Resistencia a la flexión,

Estos ensayos permiten cuantificar con precisión el efecto de los materiales reciclados sobre el desempeño estructural del adoquín, generando resultados reproducibles y comparables con un concreto convencional.

3. Análisis comparativo

Esta técnica se utiliza para contrastar los resultados obtenidos entre las distintas mezclas experimentales y el grupo control (sin adición de materiales reciclados).

El análisis comparativo posibilita evaluar la magnitud del cambio en cada propiedad mecánica y física, determinando si las variaciones observadas son estadísticamente significativas y si los materiales alternativos son viables en aplicaciones constructivas.

Esta técnica otorga un carácter analítico y validado a la investigación, facilitando la identificación de la mezcla óptima.

4. Registro fotográfico y descriptivo

Durante la etapa de fabricación y ensayo de los adoquines, se aplica la técnica de registro fotográfico para documentar visualmente las fases del proceso, el estado de los especímenes y las evidencias de fallas.

El registro fotográfico complementa la observación técnica, permitiendo una evaluación cualitativa del comportamiento del material, así como una base visual para la comparación de resultados.

5. Revisión documental y bibliográfica

Esta técnica se emplea en la fase teórica y de contextualización del estudio, mediante la recopilación, análisis y sistematización de información científica, normativa y técnica relacionada con:

- el uso de caucho granulado reciclado en mezclas cementicias,
- el aprovechamiento de desechos plásticos en la construcción, y
- la sostenibilidad en materiales prefabricados.

Permite sustentar conceptualmente el marco teórico y respaldar la validez científica del enfoque experimental adoptado, garantizando que los procedimientos se basen en evidencia y buenas prácticas.

3.7.2 Instrumentos de recolección de datos investigación

1. Fichas de control y registro de dosificación

Estas fichas permiten documentar detalladamente las proporciones y pesos de los materiales empleados (cemento, agregados, agua, caucho granulado y desechos de tuberías).

2. Fichas de registro de ensayos de laboratorio

Son instrumentos técnicos utilizados para anotar los resultados obtenidos en cada ensayo físico y mecánico realizado a los adoquines.

Se elaboran conforme a normas ASTM y NTP e incluyen campos para registrar:

- Resistencia a la compresión (NTP 339.034 / ASTM C140),
- Resistencia a la flexión (NTP 339.034 / ASTM C78),

3. Cuaderno de campo y bitácora de observaciones

Este instrumento permite registrar observaciones cualitativas durante el proceso de fabricación, curado y ensayo de los adoquines, tales como:

- Textura superficial,

- Homogeneidad de mezcla,
- Aparición de fisuras o deformaciones,
- Tiempo de fraguado y manipulación.

4. Registro fotográfico técnico

Consiste en la captura sistemática de imágenes de los procesos experimentales y resultados obtenidos, desde la preparación de materiales hasta la rotura de los especímenes.

Permite documentar visualmente:

- La morfología de los adoquines,
- El aspecto del concreto con materiales reciclados,
- Las etapas del curado y los modos de falla durante los ensayos.

6. Normas técnicas y guías de referencia

Aunque no son instrumentos de medición directa, las normas ASTM, NTP y AASHTO funcionan como instrumentos de referencia técnica para la ejecución de ensayos, garantizando que los procedimientos de recolección de datos cumplan con estándares internacionales. Estas normas establecen los criterios de validez y precisión de cada medición, asegurando la comparabilidad de los resultados con otros estudios.

3.8 Desarrollo y proceso de fabricación de adoquines de concreto

La producción de adoquines de concreto es un proceso técnico que requiere precisión en el control de materiales, dosificación, mezclado, moldeado, curado y colocación. Cada etapa influye directamente en las propiedades mecánicas, durabilidad y apariencia del producto final. En la actualidad, la tecnología aplicada en este proceso busca no solo mejorar la resistencia y el desempeño estructural, sino también optimizar el uso de recursos y reducir el impacto ambiental mediante la incorporación de materiales reciclados.

3.8.1 Procedimiento para la producción de adoquines de concreto

1. Selección y preparación de materiales

El proceso inicia con la selección de materiales de alta calidad. Se utilizan cemento Portland tipo I o similar, agregados finos y gruesos con granulometría controlada, agua limpia y aditivos plastificantes o superplastificantes según el diseño de mezcla. En investigaciones innovadoras, como la que involucra caucho granulado reciclado y desechos de tuberías plásticas, estos materiales sustituyen parcialmente los agregados naturales, aportando mayor flexibilidad y capacidad de absorción de energía al concreto. Previamente, los agregados deben tamizarse, limpiarse y almacenarse en condiciones que eviten contaminación o variaciones de humedad.

2. Diseño y dosificación de la mezcla

La dosificación es una etapa crítica, ya que determina la relación agua/cemento, el porcentaje de sustitución de materiales reciclados y la cantidad exacta de cada componente para alcanzar la resistencia deseada. El diseño de mezclas se realiza conforme a métodos normalizados, como el ACI 211.1, ajustando las proporciones hasta obtener una mezcla con buena trabajabilidad, cohesión y mínima segregación. Cuando se incorporan caucho o desechos plásticos, se realizan pruebas de laboratorio para determinar el nivel óptimo de sustitución que no comprometa la integridad estructural del adoquín.

3. Mezclado y homogeneización

Los materiales dosificados se introducen en una mezcladora mecánica, donde se homogenizan hasta lograr una masa uniforme. Este proceso debe garantizar una distribución equitativa del cemento y los aditivos sobre los agregados. La duración del mezclado oscila entre 2 y 5 minutos, dependiendo de la capacidad de la mezcladora. En este punto, es fundamental controlar el contenido de agua para evitar excesos que disminuyan la resistencia o deficiencias que afecten la compactación. En el caso de

mezclas con caucho o desechos de tuberías, se recomienda un mezclado prolongado para asegurar una correcta dispersión de las partículas no minerales.

4. Moldeado y compactación

La mezcla fresca se vierte en moldes metálicos o de polímero rígido con las dimensiones estandarizadas según la norma NTP 399.613 o ASTM C936. La compactación se realiza por vibración o prensado mecánico, con el fin de eliminar vacíos y aumentar la densidad. Los equipos modernos combinan ambas técnicas, logrando una textura superficial homogénea y bordes definidos. En investigaciones con materiales reciclados, se ajusta la presión de compactación para compensar la menor densidad del caucho o los plásticos triturados, garantizando un adoquín sólido y estable.

5. Desmoldeo y curado

Una vez compactados, los adoquines se desmoldan cuidadosamente para evitar fisuras tempranas. El curado es esencial para asegurar la hidratación completa del cemento y el desarrollo de las propiedades mecánicas. Este se realiza mediante cámaras húmedas o rociadores automáticos durante un periodo mínimo de 7 días, aunque lo ideal es prolongarlo a 28 días para alcanzar la resistencia total. En algunos casos, se emplean aditivos de curado acelerado o vapor, especialmente en producciones industriales de gran escala. El control de temperatura y humedad en esta fase es clave para evitar retracciones o deformaciones.

6. Control de calidad

Antes de la instalación, los adoquines deben someterse a ensayos de laboratorio, tales como resistencia a la compresión, absorción de agua, desgaste por abrasión, flexión y variación dimensional. Estos ensayos verifican el cumplimiento de aspectos que deben estar dentro de lo permisible. En investigaciones experimentales, las pruebas también



permiten determinar el comportamiento del material con respecto a la incorporación de caucho y desechos plásticos, comparándolo con adoquines convencionales.

7. Preparación de la superficie de instalación

La instalación de adoquines comienza con la preparación del terreno. Se realiza una nivelación del suelo y compactación de la subrasante hasta alcanzar una densidad adecuada. Posteriormente, se coloca una capa de base granular con un espesor promedio de 10 a 20 cm, la cual proporciona soporte estructural y drenaje. Sobre esta base se extiende una cama de arena fina de aproximadamente 3 a 5 cm de espesor, nivelada con reglas metálicas.

8. Colocación e instalación de los adoquines

Los adoquines se colocan manualmente siguiendo un patrón de trabazón que garantice estabilidad y distribución uniforme de cargas. Los más comunes son el patrón en espina de pez o el entrelazado recto. Se recomienda mantener juntas de 2 a 3 mm, que posteriormente serán rellenadas con arena seca para mejorar el entrelazado. Una vez colocados, se aplica una compactación superficial con una placa vibratoria, permitiendo el asentamiento definitivo de las piezas y la correcta fijación de las juntas.

9. Sellado y acabado final

Como última etapa, se realiza el barrido y sellado de juntas, aplicando arena o productos selladores que mejoren la impermeabilidad y reduzcan el crecimiento de maleza entre las piezas. En proyectos de alta exigencia, se emplean selladores poliméricos o de resinas epóxica. Finalmente, se verifica la uniformidad del nivel y la correcta alineación

3.9 Validación y confiabilidad del instrumento

3.9.1 Validación de los instrumentos

La validación de los instrumentos utilizados en la presente investigación constituye un proceso esencial para garantizar la confiabilidad, precisión y pertinencia de los datos recolectados, los cuales servirán de base para evaluar el grado de contaminación ambiental y sustentar las propuestas de manejo y mitigación correspondientes. Este procedimiento asegura que las herramientas aplicadas midan con exactitud las variables definidas y que los resultados obtenidos sean representativos, reproducibles y científicamente consistentes.

Para asegurar una validación metodológicamente sólida, se aplicarán los siguientes métodos y criterios técnicos:

- Revisión teórica y normativa: se realizará un análisis exhaustivo de la literatura científica y de las normativas ambientales vigentes a nivel nacional e internacional, con el fin de verificar la adecuación conceptual y técnica de los instrumentos empleados.
- Prueba de confiabilidad: se evaluará la estabilidad y consistencia interna de los instrumentos mediante pruebas estadísticas y replicación de mediciones, asegurando que los resultados sean uniformes en condiciones similares.
- Validez de contenido: expertos en gestión ambiental y control de residuos revisarán los instrumentos para confirmar que las dimensiones e indicadores seleccionados reflejan de manera integral el fenómeno estudiado.

3.9.2 Confiabilidad de instrumentos

La confiabilidad de los instrumentos empleados en esta investigación constituye un pilar esencial para garantizar la calidad, precisión y reproducibilidad de los datos obtenidos durante la evaluación de la contaminación ambiental. En este sentido, los equipos de medición utilizados para analizar la calidad del aire, del suelo y del agua deben demostrar

un desempeño técnico estable, capaz de generar resultados coherentes y verificables bajo distintas condiciones ambientales y operativas.

Con el propósito de asegurar la confiabilidad y la solidez metodológica de las mediciones, se aplicarán los siguientes enfoques y criterios técnicos:

- Calibración de los instrumentos: se realizará una verificación y ajuste periódico de los equipos de medición utilizando patrones de referencia certificados, asegurando la exactitud de las lecturas y la trazabilidad de los resultados.
- Pruebas de reproducibilidad: se ejecutarán mediciones repetidas en condiciones controladas y en diferentes momentos, con el fin de comprobar la estabilidad de los resultados frente a variaciones temporales o ambientales.
- Evaluación de estabilidad temporal: se analizará la constancia de las mediciones a lo largo del tiempo, identificando posibles desviaciones que puedan comprometer la fiabilidad de los instrumentos.
- Pruebas de consistencia interna: se evaluará la coherencia entre los distintos indicadores medidos por un mismo instrumento o conjunto de instrumentos, garantizando la integridad de los datos recolectados.
- Control de calidad en campo: se implementarán protocolos estandarizados para el manejo, transporte y uso de los equipos, minimizando errores operativos y garantizando la representatividad de las muestras.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados:

Se presenta a continuación los resultados obtenidos los cuales están enmarcados en los ejes específicos propuestos, para poder obtener data sobre la influencia de los elementos empleados en sustitución del agregado fino previamente se tuvo que desarrollar diversos ensayos los cuales permitieron obtener data la cual permitió desarrollar un diseño de mezcla teórico de $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$. Se presenta lo siguiente

a) **Característica del agregado fino:** Este elemento presenta las siguientes características

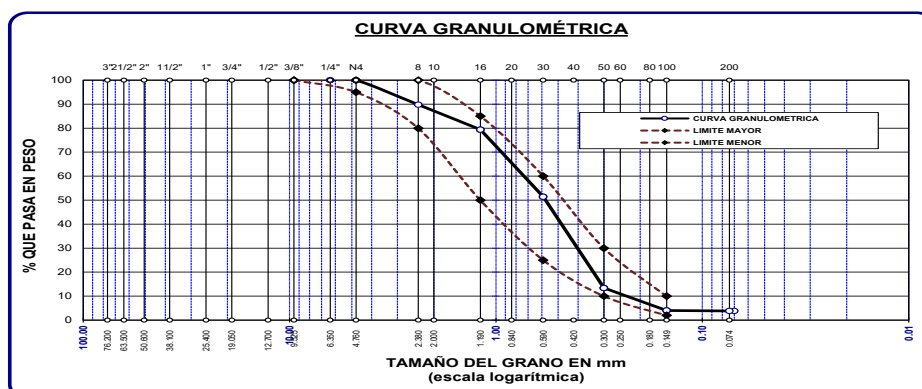
Tabla 3

Gradación – agregado fino

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	51.00	10.20	10.20	89.80
N° 16	52.00	10.40	20.60	79.40
N° 30	140.00	28.00	48.60	51.40
N° 50	190.00	38.00	86.60	13.40
N° 100	47.00	9.40	96.00	4.00
N° 200	1	0.20	96.20	3.80
FONDO	19.00	3.80	100.00	0.00
SUMA	500.00	100.00		

Figura 1

Curva de gradación agregado fino



La grafica anterior muestra el comportamiento granulométrico del A, F. el cual se encuentra dentro de los limites permisibles indicativos que muestra que el elemento considerado es dable para su empleo para la elaboración del material base

Tabla 4

Propiedades físicas agregado fino

Característica	Agregado fino	Unidad
Peso específico	2.94	gr/cm3
Absorción	4.17	%
Humedad	9.09	%

La tabla precedente muestra las características que presenta el agregado fino

Tabla 5

Pesos unitario suelto agregado fino

	A.F.	Promedio
	1.619 gr/cm3	
P.U. Suelto	1.637 gr/cm3	1.622gr/cm3
	1.611 gr/cm3	

La tabla anterior expresa la propiedad de P.U.S. del A.F, el cual en promedio presenta un valor de 1.622gr/cm³

Tabla 6

Pesos unitario compactado agregado fino

	A.F.	Promedio
	2.029gr/cm ³	
P.U. Compactado	1.998gr/cm ³	2.041gr/cm ³
	2.095gr/cm ³	

Se presenta el valor obtenido del P.U.C. el cual a razón de tres pruebas consideradas da como resultado un valor de 2.041gr/cm³

b) Característica del agregado grueso: Este elemento presenta la siguientes

Tabla 7

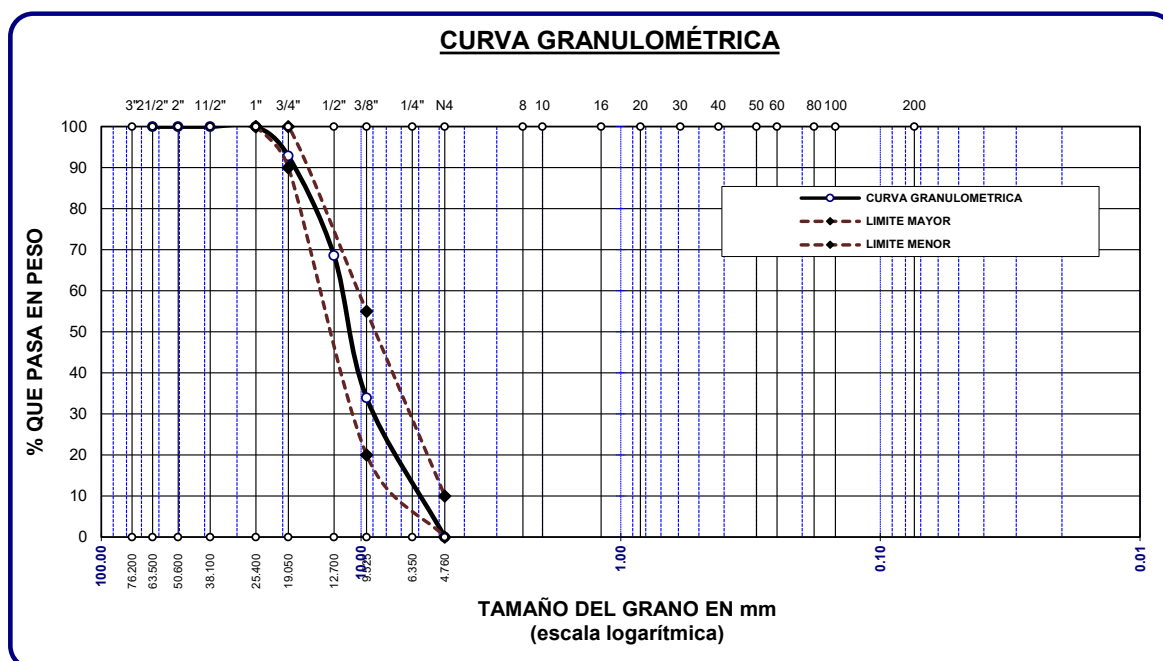
Gradación agregado grueso

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
2"	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	210	6.00	6.00	94.00
1/2"	890	25.43	31.43	68.57
3/8"	1120	32.00	63.43	36.57
N° 4	95	2.71	66.14	33.86
FONDO	1185.00	33.86	100.00	0.00
SUMA	3500.00	100.00		

La tabla anterior muestra el comportamiento dentro del aspecto de gradación que presenta el agregado grueso. el cual toma como cantidad base de ensayo 3.5 kg

Figura 2

Curva de gradación – agregado grueso



La grafica anterior muestra el comportamiento granulométrico del A, G. el cual se encuentra dentro de los limites permisibles indicativos que muestra que el elemento considerado es dable para su empleo para la elaboración del material base

Tabla 8

Características granulométricas – agregado grueso

	Agregado fino	Unidad
Peso específico	2.57	gr/cm ³
Absorción	1.91	%
Humedad	1.02	%

La tabla precedente muestra las características que presenta el agregado grueso en cuanto a los aspectos de P.E., A. y H. respectivamente

Tabla 9*Pesos unitario suelto agregado grueso*

	A.G.	Promedio
P.U. Suelto	1.502 gr/cm ³	1.483gr/cm ³
	1.470 gr/cm ³	
	1.476 gr/cm ³	

Se presenta el valor obtenido del P.U.S. el cual a razón de tres pruebas consideradas da como resultado un valor de 1.483gr/cm³

Tabla 10*Pesos unitario compactado agregado grueso*

	A.G.	Promedio
P.U. Compactado	1.782gr/cm ³	1.787gr/cm ³
	1.817gr/cm ³	
	1.761gr/cm ³	

Se presenta el valor obtenido del P.U.C. el cual a razón de tres pruebas consideradas da como resultado un valor de 1.787gr/cm³

c) Diseño de mezclas teórico: Determinado las características tanto del agregado fino y grueso y considerando la tipología de la unidad base (Adoquin tipo I) este deberá presentar como mínimo una resistencia de $f'c=320$ kg/cm². Entonces una vez desarrollado la secuencia de pasos que cita la norma peruana se obtuvo los siguientes resultados

Tabla 11*Características del material empleado*

Características	Agregado grueso	Agregado fino
Peso saturado seco	2.57	2.62
Peso unitario compactado	1787	2041
Peso unitario suelto	1483	1622
Absorción (%)	1.91	2.67
Humedad (%)	1.02	9.09
Fineza (mf)	-	2.62

La tabla anterior es una síntesis de las características que presenta los materiales base es decir el A.F. y EL A, G,

Entonces con las características descritas en la tabla precedente y bajo la aplicación del modelo de diseño de mezclas del comité ACI el cual establece una secuencia de 09 pasos los cuales dieron como resultado la siguiente dosificación

Tabla 12*Dosificación de materiales*

Agregado	Dosificación peso seco	Proporción volumen	Dosificación peso húmedo	Proporción volumen
Cemento	477	1.00	477	1.00
Agua	205	0.43	188	0.39
Ag. Grueso	1040	2.39	1152	2.42
Ag. Fino	423	0.89	461	0.97
Aire		2.0 %		2.0 %

Se observa a la dosificación de los materiales para el diseño de mezclas; cemento: agua: agregado grueso: agregado fino; dosificación en peso húmedo y en volumen; 477: 188: 1152: 461; 1.00: 0.39: 2.42: 0.97; respectivamente.

d) Volúmenes de los elementos adicionantes: Una vez determinado el volumen general según diseño de mezclas, es necesario determinar el volumen según el porcentaje empleado en la sustitución del agregado fino

Tabla 13*Volúmenes de caucho reciclado granulado como sustituto del agregado fino*

Sustitución de caucho reciclado en los porcentajes propuestos				
Elemento a sustituir	Peso seco	volumen	% caucho	volumen de sustitución
Ag. Fino	423	0.162	5%	0.0081
Ag. Fino	423	0.162	8%	0.0130
Ag. Fino	423	0.162	11%	0.0178

La tabla antecesora muestra el volumen considerado de sustitución sobre el diseño base del material agregado fino por caucho granulado reciclado el volumen a sustituir es variables y está en función de los porcentajes empleados vale decir 5, 8, 11% respectivamente

Tabla 14

Volúmenes de desechos de tuberías como sustituto del agregado fino

Sustitución de desechos de tuberías en los porcentajes propuestos				
Elemento a sustituir	Peso seco	volumen	% desechos de tuberías	volumen de sustitución
Ag. Fino	423	0.162	5%	0.0081
Ag. Fino	423	0.162	8%	0.0130
Ag. Fino	423	0.162	11%	0.0178

La tabla antecesora muestra el volumen considerado de sustitución sobre el diseño base del material agregado fino por desechos de tuberías el volumen a sustituir es variables y está en función de los porcentajes empleados vale decir 5, 8, 11% respectivamente

e) Dosificaciones en peso según los porcentajes y cantidades de unidades evaluadas: En lo que a este aspecto se refiere se presenta a continuación

Tabla 15

Dosificación de materiales según cantidad de unidades - MP

Muestra patron				
Elemento de mezcla	Dosificación Kg/m3)	Dosificación según volumen de unidad kg (0.0012 m3)	Unidades de diseño	Dosificación por el total de unidades
Cemento	477	0.5724	21	12.02
Agregado grueso	1152	1.3824	21	29.03
Agregado fino	461	0.5532	21	11.62
agua	188	0.2256	21	4.74
% aire	2	2	2	2.00

La tabla antecesora expresa la cantidad total de materiales conformantes para la elaboración de 21 unidades de la muestra base

Tabla 16

Dosificación de materiales según cantidad de unidades MP con 5% de c.g.r.

Muestra patron con 5% de c.r.g.				
Elemento de mezcla	Dosificación Kg/m ³)	Dosificación según volumen de unidad kg (0.0012 m ³)	Unidades de diseño	Dosificación por el total de unidades kg
Cemento	477	0.572	21	12.02
Agregado grueso	1152	1.382	21	29.03
Agregado fino	437.95	0.526	21	11.04
Caucho reciclado granulado	3.98	0.005	21	0.10
agua	188	0.226	21	4.74
% aire	2	2	2	2.00

La tabla antecesora expresa la cantidad total de materiales conformantes para la elaboración de 21 unidades de la muestra base con reemplazo de 5% de A.F, por caucho granulado reciclado

Tabla 17

Dosificación de materiales según cantidad de unidades MP con 8% de c.g. r

Muestra patron con 8% de c.g. r				
Elemento de mezcla	Dosificación Kg/m ³)	Dosificación según volumen de unidad kg (0.0012 m ³)	Unidades de diseño	Dosificación por el total de unidades kg
Cemento	477	0.572	21	12.02
Agregado grueso	1152	1.382	21	29.03
Agregado fino	424.12	0.509	21	10.69
Caucho reciclado granulado	6.36	0.008	21	0.16
agua	188	0.226	21	4.74
% aire	2	2.000	2	2.00

La tabla antecesora expresa la cantidad total de materiales conformantes para la elaboración de 21 unidades de la muestra base con reemplazo de 8% de A.F, por caucho granulado reciclado

Tabla 18

Dosificación de materiales según cantidad de unidades – MP con 11% de c.r.g.

Muestra patron con 11% de c.g.r.				
Elemento de mezcla	Dosificación Kg/m3)	Dosificación según volumen de unidad kg (0.0012 m3)	Unidades de diseño	Dosificación por el total de unidades kg
Cemento	477	0.572	21	12.02
Agregado grueso	1152	1.382	21	29.03
Agregado fino	410.29	0.492	21	10.34
Caucho reciclado granulado	8.75	0.010	21	0.22
agua	188	0.226	21	4.74
% aire	2	2.000	2	2.00

La tabla antecesora expresa la cantidad total de materiales conformantes para la elaboración de 21 unidades de la muestra base con reemplazo de 11% de A.F, por caucho granulado reciclado

Tabla 19

Dosificación de materiales según cantidad de unidades MP con 5% de d.t

Muestra patron con 5% de d.t.				
Elemento de mezcla	Dosificación Kg/m3)	Dosificación según volumen de unidad kg (0.0012 m3)	Unidades de diseño	Dosificación por el total de unidades kg
Cemento	477	0.572	21	12.02
Agregado grueso	1152	1.382	21	29.03
Agregado fino	437.95	0.526	21	11.04
Caucho reciclado granulado	4.70	0.006	21	0.12
agua	188	0.226	21	4.74
% aire	2	2	2	2.00

La tabla antecesora expresa la cantidad total de materiales conformantes para la elaboración de 21 unidades de la muestra base con reemplazo de 5% de A.F, por desecho de tuberías

Tabla 20

Dosificación de materiales según cantidad de unidades – MP con 8% de d.t

Muestra patron con 8% de d. t				
Elemento de mezcla	Dosificación Kg/m3)	Dosificación según volumen de unidad kg (0.0012 m3)	Unidades de diseño	Dosificación por el total de unidades kg
Cemento	477	0.572	21	12.02
Agregado grueso	1152	1.382	21	29.03
Agregado fino	424.12	0.509	21	10.69
Caucho reciclado granulado	7.52	0.009	21	0.19
agua	188	0.226	21	4.74
% aire	2	2.000	2	2.00

La tabla antecesora expresa la cantidad total de materiales conformantes para la elaboración de 21 unidades de la muestra base con reemplazo de 8% de A.F, por desecho de tuberías

Tabla 21

Dosificación de materiales según cantidad de unidades – MP+11% de d.t

Muestra patron con 11% de d.t				
Elemento de mezcla	Dosificación Kg/m3)	Dosificación según volumen de unidad kg (0.0012 m3)	Unidades de diseño	Dosificación por el total de unidades kg
Cemento	477	0.572	21	12.02
Agregado grueso	1152	1.382	21	29.03
Agregado fino	410.29	0.492	21	10.34
Caucho reciclado granulado	10.34	0.012	21	0.26
agua	188	0.226	21	4.74
% aire	2	2.000	2	2.00

La tabla antecesora expresa la cantidad total de materiales conformantes para la elaboración de 21 unidades de la muestra base con reemplazo de 11% de A.F, por desecho de tuberías

f) Dosificaciones totales según las cantidades y elementos de sustitución evaluadas:

Se presenta a continuación las siguientes tablas resúmenes según el tipo de material a sustituir y cantidades totales

Tabla 22

Cantidad total de insumos AP más porcentajes de c.g.r.

Cantidad total de insumos empleados adoquin más % de caucho granulados reciclados				
Elementos	AP+5% DE C.R.G	AP+8% DE C.R. G	AP+11% DE C.R. G	Total, en Kg
Cemento (kg)	12.02	12.020	12.02	36.06
Agregado grueso (kg)	29.03	29.030	29.03	87.09
Agregado fino (kg)	11.04	10.688	10.34	32.06
Caucho reciclado granulado (kg)	0.10	0.160	0.22	0.48

La tabla antecesora expresa la cantidad total de materiales conformantes para la elaboración de 63 unidades de la muestra base con reemplazo de 5.8.11% de A.F, por caucho granulado reciclado

Tabla 23

Cantidad total de insumos AP más porcentajes de d.t.

Cantidad total de insumos empleados adoquin más % de desechos de tuberías				
Elementos	AP con 5% D.T	AP con 8% DE D. T	AP con 11% D.T	TOTAL
Cemento (kg)	12.02	12.020	12.02	36.06
Agregado grueso (kg)	29.03	29.030	29.03	87.09
Agregado fino (kg)	11.04	10.688	10.34	32.06
Caucho reciclado granulado (kg)	0.12	0.189	0.26	0.57

La tabla antecesora expresa la cantidad total de materiales conformantes para la elaboración de 63 unidades de la muestra base con reemplazo de 5.8.11% de A.F, por desechos de tuberías

4.1.1 Resultados de propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto

En lo que a este primer ítem corresponde se presenta los siguientes resultados obtenidos en función del diseño de mezclas de la muestra patrón de adoquín de concreto, primeramente, se presentan las características físicas de estos

a) Propiedades físicas de la muestra patrón de adoquín de concreto: Dentro de este aspecto se a evaluado 03 características las cuales son absorción, alabeo y variación dimensional

a.1 Absorción: Se presenta a continuación los resultados obtenidos en lo que a esta propiedad se refiere

Tabla 24

Absorción adoquín patrón

Nº	Descripción de la muestra	Muestra	Peso de adoquín seco	Peso de adoquín saturado	% absorción	% absorción promedio
1	Adoquín patrón	M - 1	2735	2876	5.16	5.19
2	Adoquín patrón	M - 2	2739	2880	5.15	
3	Adoquín patrón	M - 3	2741	2885	5.25	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de absorción según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio asciende a 5.19%

a. 2 Alabeo: Se presenta a continuación los resultados obtenidos en lo que a esta propiedad se refiere

Tabla 25

Alabeo adoquín patrón

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
Adoquín patrón - m1	1.36	1.92	1.33	1.72
Adoquín patrón - m2	1.16	1.57	1.21	1.17
Adoquín patrón - m3	1.48	1.25	1.3	1.46
Promedio (mm)	1.33	1.58	1.28	1.45
Concavidad promedio (mm)				1.31
Convexidad promedio (mm)				1.52
Alabeo promedio (mm)				1.41

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de alabeo según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio asciende a 1.41 mm

a.3 Variación Dimensional: Se presenta a continuación los resultados obtenidos en lo que a esta propiedad se refiere

Tabla 26

Variación dimensional adoquín patrón

Variación dimensional adoquin patron					
Muestra	Dimensión Medida	Promedio de mediciones	V (%)	V (%) promedio	
Adoquín patrón - M1	Largo	20.02	-0.08	Largo	-0.08
	Ancho	10.01	-0.06		
	Altura	6.01	-0.13		
Adoquín patrón - M2	Largo	20.02	-0.08	Ancho	-0.06
	Ancho	10.00	-0.04		
	Altura	6.01	-0.13		
Adoquín patrón - M3	Largo	20.01	-0.07	Alto	-0.33
	Ancho	10.01	-0.08		
	Altura	6.00	-0.07		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de V.D. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio en las dimensiones de largo, ancho y alto es de -0.08, -0.06 y -0.33

b). Propiedades mecánicas: de la muestra patrón de adoquín de concreto: Dentro de este aspecto se a evaluado 02 características las cuales son la resistencia ala compresión y ala flexión

b.1) Resistencia ala compresión del A.P. en los periodos de 7.14. y 28 días: Se presenta a continuación en orden secuencial las resistencias alcanzadas en los periodos citados

Tabla 27

Resistencia a la compresión adoquín patrón a los 7 das

Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm2) Alcanzada	F'c (kg/cm2) Promedio	Resistencia de diseño	Días
AP -01	41702	208.35			
AP -02	42123	210.40	209.49	320	7
AP -03	41987	209.73			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 209.49 kg/cm2 alos 7 días siendo está un 65% del valor de diseño que es 320kg/cm2

Tabla 28

Resistencia a la compresión adoquín patrón a los 14 das

Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm2) Alcanzada	F'c (kg/cm2) Promedio	Resistencia de diseño	Días
AP -01	54656	273.08			
AP -02	55145	275.45	275.96	320	14
AP -03	55925	279.35			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 275.96 kg/cm2 alos 14 días siendo está un 86% del valor de diseño que es 320kg/cm2

Tabla 29

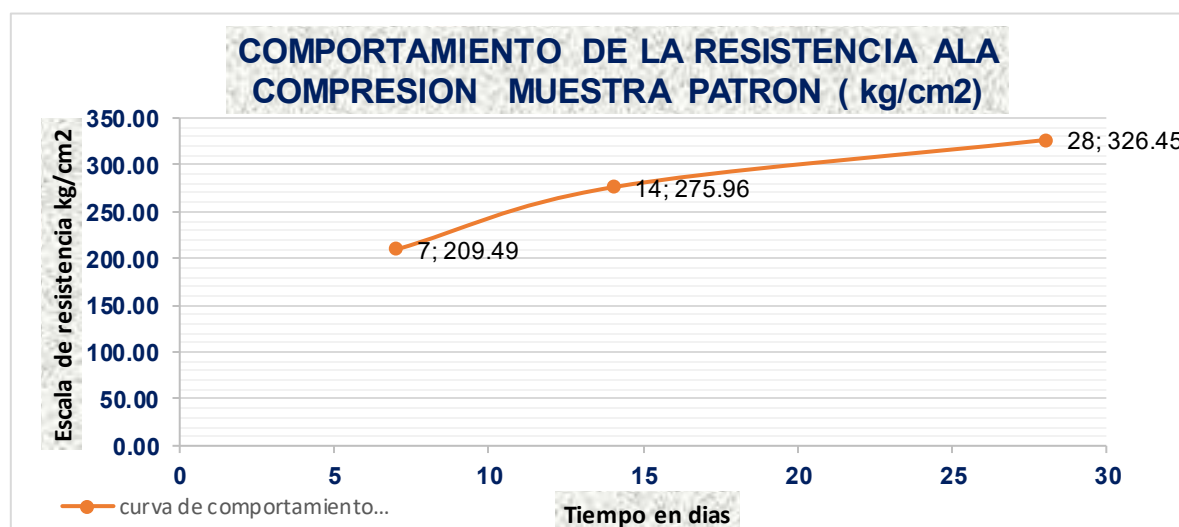
Resistencia a la compresión adoquín patrón a los 28 das

Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
AP -01	64724	323.38			
AP -02	65321	326.28	326.45	320	28
AP -03	66005	329.45			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 326.45 kg/cm² a los 28 días siendo está un 102% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Figura 3

Comportamiento de resistencia a la compresión de la muestra patrón



La grafica presenta expresa bajo la línea de tendencia a la evolución de la resistencia que presenta la muestra patrón de adoquín la cual al periodo final de 28 días supera en 26.45 kg/cm² a la resistencia de diseño (320kg/cm²) indicativo positivo

b.2) Resistencia ala flexión del A.P. en los periodos de 7.14. y 28 días: Se presenta a continuación en orden secuencial las resistencias alcanzadas en los periodos citado

Tabla*Resistencia a flexión adoquín patrón a los 7 días*

Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ² promedio)	Días
AP -01	780	43.33	44.13	7
AP -02	810	44.96		
AP -03	795	44.12		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 44.13 kg/cm² a los 7 días

Tabla 30*Resistencia a flexión adoquín patrón a los 14 días*

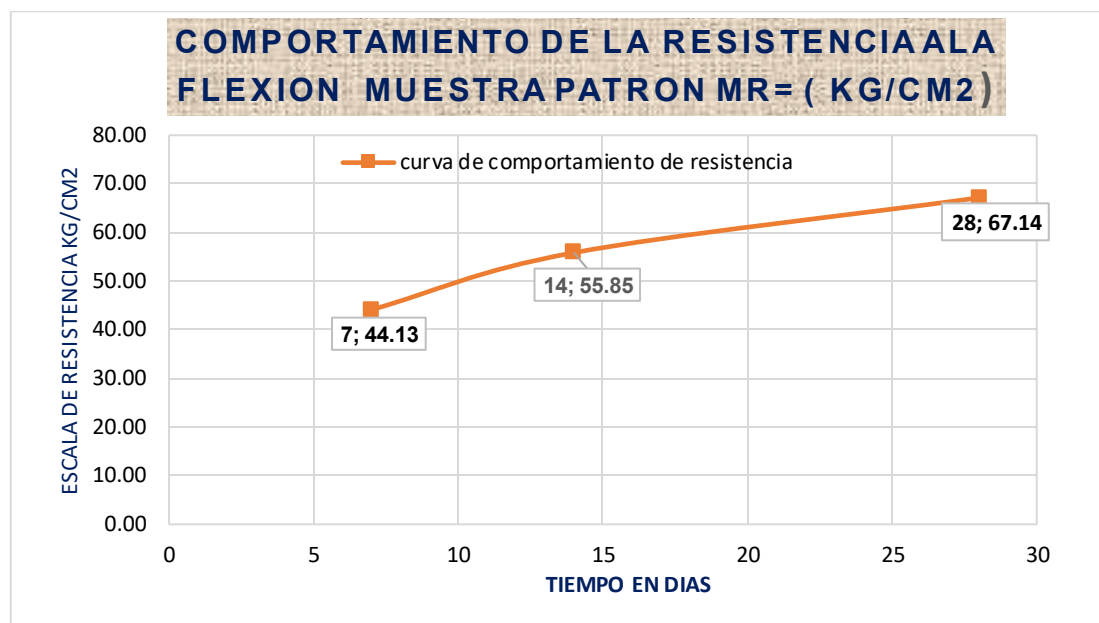
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²) Alcanzada	Mr (kg/cm ²) Promedio)	Días
AP -01	990	54.95	55.85	14
AP -02	1001	55.64		
AP -03	1025	56.97		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 55.85 kg/cm² a los 14 días

Tabla 31*Resistencia a flexión adoquín patrón a los 28 días*

Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²) Alcanzada	Mr (kg/cm ²) Promedio)	Días
AP -01	1195.1	66.36	67.14	28
AP -02	1205.2	66.99		
AP -03	1225	68.06		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de Mr según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 67.14 kg/cm² a los 28 días valor que es mayor al mínimo (45 kg/cm²)

Figura 4*Comportamiento de resistencia ala flexión de la muestra patrón*

La grafica presenta expresa bajo la línea de tendencia a la evolución de la resistencia ala flexión que presenta la muestra patrón de adoquín la cual al periodo final de 28 días presenta un valor de 67.14.kg/cm² valor superior al mínimo de 45kg/cm²

4.1.2 Resultados sobre la influencia de porcentajes de Caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades físicas del adoquin patron

En lo que respecta a este segundo ítem se presenta a continuación los resultados enmarcados en las propiedades de absorción, alabeo y variación dimensional primeramente se presentara los resultados que concierne a la muestra patron más la sustitución de caucho granulado reciclado en sustitución de agregado fino en porcentajes de 5, 8 y 11% y seguidamente las que corresponde a la muestra patron más ala adición de desechos de tubería.

- a) Propiedades físicas del adoquin patron más sustitución de a.f. por caucho reciclado en 5, 8 y 11%:** Se presenta los resultados enmarcados en tres aspectos evaluados: absorción, alabeo y variación dimensional

a.1 Propiedad de absorción: Se presenta a continuación los resultados obtenidos de las unidades de Adoquin base con sustitución parcial del a.f. por caucho granulado reciclado en 5, 8, 11% respectivamente.

Tabla 32

Propiedad de absorción adoquín p más 5% de c.g.r en sustitución del a.f.

Absorción adoquín más 5% de caucho granulado reciclado en sustitución del a.f.						
Nº	Descripción de la muestra	Muestra	Peso de adoquín seco	Peso de adoquín saturado	% Absorción	% Absorción promedio
1	A+ 5% c.g.r.	M - 1	2720	2869	5.48	5.45
2	A+ 5% c.g.r.	M - 2	2724	2873	5.47	
3	A+ 5% c.g.r.	M - 3	2728	2875	5.39	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de absorción según muestreo de 3 unidades de elaboración de A+ 5% C.G.R. cuyo valor promedio asciende a 5.45%

Tabla 33

Propiedad de absorción adoquín más 8% de c.r.g en sustitución del a.f.

Absorción adoquín + 8% de caucho granulado reciclado en sustitución del a.f.						
Nº	Descripción de la muestra	Muestra	Peso de adoquín seco	Peso de adoquín saturado	% Absorción	% Absorción promedio
1	A+ 8% c.g.r.	M - 1	2714	2861	5.42	5.73
2	A+ 8% c.g.r.	M - 2	2710	2865	5.72	
3	A+ 8% c.g.r.	M - 3	2705	2869	6.06	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de absorción según muestreo de 3 unidades de elaboración de A+ 8% C.G.R. cuyo valor promedio asciende a 5.73%

Tabla 34

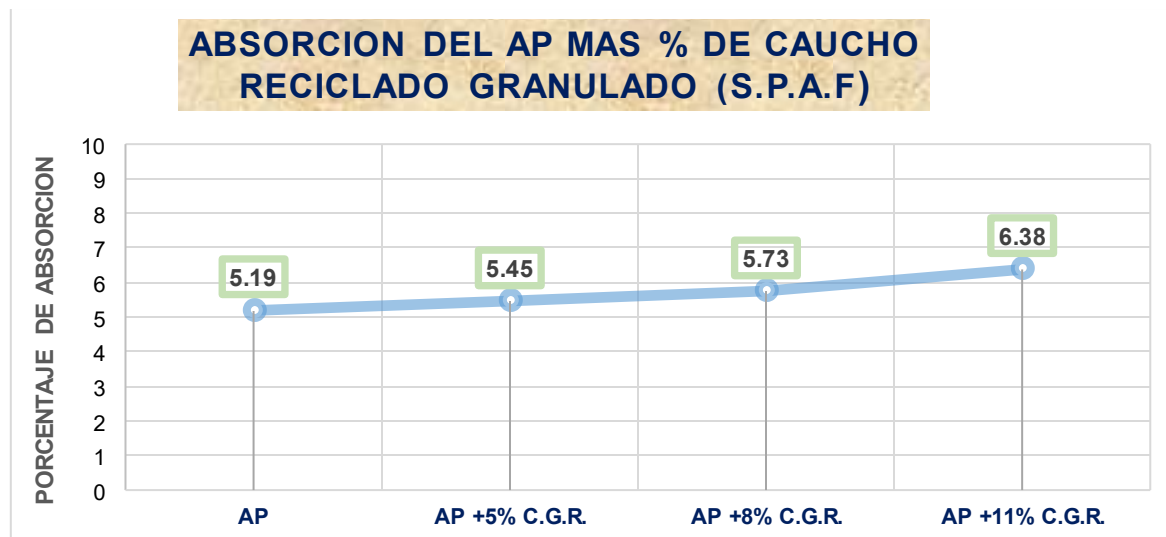
Propiedad de absorción adoquín más 11% de c.r.g en sustitución del a.f.

Absorción adoquín + 11% de caucho granulado reciclado en sustitución del a.f.						
Nº	Descripción de la muestra	Muestra	Peso de adoquín seco	Peso de adoquín saturado	% Absorción	% Absorción promedio
1	A+ 11% c.g.r.	M - 1	2705	2871	6.14	6.38
2	A+ 11% c.g.r.	M - 2	2702	2875	6.40	
3	A+ 11% c.g.r.	M - 3	2699	2877	6.60	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de absorción según muestreo de 3 unidades de elaboración de A+ 11% C.G.R. cuyo valor promedio asciende a 6.38%

Figura 5

Absorción del adoquín más caucho reciclado granulado en 5,8y11% en sustitución del a.f



La grafica anterior indica que la propiedad de absorción es directamente proporcional es decir a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución esta propiedad se incrementa siendo superior ala que presenta la muestra base

a.2) Propiedad de alabeo: Se presenta a continuación los resultados obtenidos de las unidades producidas de adoquín base más sustitución parcial de a.f. por caucho granulado reciclado en 5, 8, 11% respectivamente

Tabla 35

Alabeo adoquín patrón más 5% de c.g. r en sustitución parcial del a.f.

Alabeo ap + 5% de caucho granulado reciclado en sustitución del a.f.				
Descripción de Muestra N°	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
Adoquín + 5% caucho granulado reciclado M-1	1.57	1.36	1.27	1.62
Adoquín + 5% caucho granulado reciclado M-2	1.32	1.58	1.73	2.08
adoquín + 5% caucho granulado reciclado M-3	1.31	1.43	1.41	1.61
Promedio (mm)	1.40	1.46	1.47	1.77
Concavidad promedio (mm)			1.44	
Convexidad promedio (mm)			1.61	
Alabeo promedio (mm)			1.52	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de alabeo según muestreo de 3 unidades bajo el diseño de A + 5% DE C.G.R cuyo valor promedio asciende a 1.52 mm

Tabla 36

Alabeo adoquín patrón más 8% de c.r.g en sustitución parcial del a.f.

Alabeo ap + 8% de caucho granulado reciclado en sustitución del a.f.				
Descripción de Muestra N°	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
Adoquín + 8% caucho granulado reciclado M-1	1.46	1.95	1.32	1.63
Adoquín + 8% caucho granulado reciclado M-2	1.42	1.43	1.31	1.81
adoquín + 8% caucho granulado reciclado M-3	1.44	1.71	1.25	1.33
Promedio (mm)	1.44	1.70	1.29	1.59
Concavidad promedio (mm)			1.37	
Convexidad promedio (mm)			1.64	
Alabeo promedio (mm)			1.51	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de alabeo según muestreo de 3 unidades bajo el diseño de A + 8% DE C.G.R cuyo valor promedio asciende a 1.51 m

Tabla 37

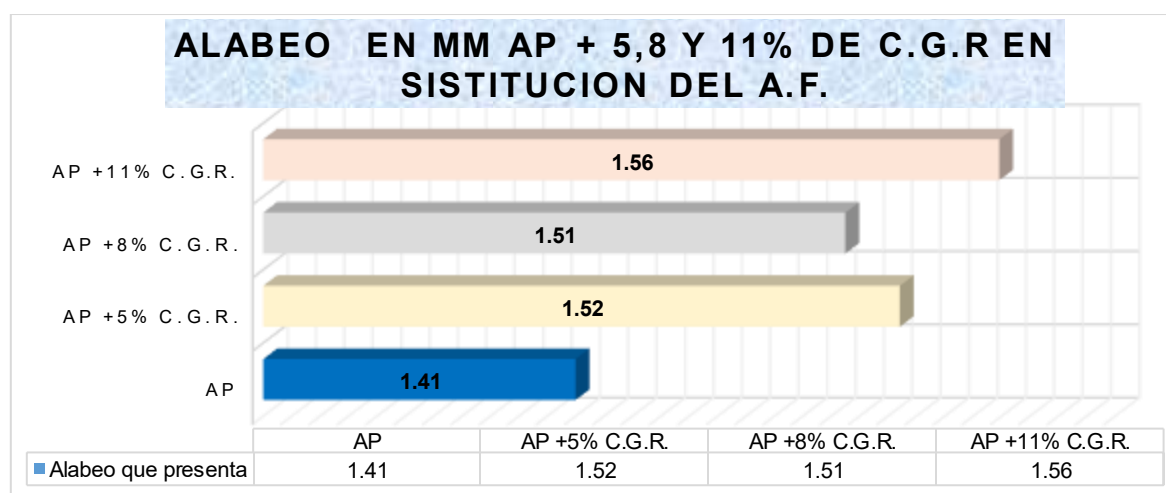
Alabeo adoquín patrón más 11% de c.r.g en sustitución parcial del a.f.

Alabeo ap + 11% de caucho granulado reciclado en sustitución del a.f.				
Descripción de Muestra N°	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Concavo (mm)
Adoquín + 11% caucho granulado reciclado M-1	1.56	1.97	1.42	1.21
Adoquín + 11% caucho granulado reciclado M-2	1.42	1.84	1.36	1.64
adoquín + 11% caucho granulado reciclado M-3	1.74	1.83	1.47	1.25
Promedio (mm)	1.57	1.88	1.42	1.37
Concavidad promedio (mm)			1.50	
Convexidad promedio (mm)			1.62	
Alabeo promedio (mm)			1.56	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de alabeo según muestreo de 3 unidades bajo el diseño de A + 11% DE C.G.R cuyo valor promedio asciende a 1.56 mm

Figura 6

Alabeo del adoquín más 5,8 y 11% de caucho granulado reciclado en sustitución del a.f



La grafica anterior indica que la propiedad de alabeo es variable siendo en todos los casos superior ala que presenta la muestra base comportándose casi directamente proporcional

a.3) Propiedad de variación dimensional: Se presenta a continuación los resultados obtenidos de las unidades AP con sustitución parcial del a.f. por caucho granulado reciclado en 5, 8 ,11% respectivamente.

Tabla 38

Variación dimensional adoquín más 5% de c.r.g en sustitución parcial del a.f.

Variación dimensional adoquín patron+ 5% de caucho granulado reciclado en sustitución del a.f.					
Muestra	Dimensión Medida	Promedio de mediciones	V (%)	V (%) promedio	
Adoquín + 5% caucho granulado reciclado M-1	Largo	20.00	-0.02	Largo	-0.02
	Ancho	10.01	-0.06		
	Altura	6.00	-0.07		
Adoquín + 5% caucho granulado reciclado M-2	Largo	20.00	-0.02	Ancho	-0.06
	Ancho	10.01	-0.06		
	Altura	6.01	-0.10		
Adoquín + 5% caucho granulado reciclado M-3	Largo	20.01	-0.03	Alto	-0.23
	Ancho	10.01	-0.07		
	Altura	6.00	-0.07		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de V.D. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio en las dimensiones de largo, ancho y alto es de -0.08, -0.06 y -0.33 valores que indican que las dimensiones tienden a incrementarse

Tabla 39

Variación dimensional adoquín más 8% de c.r.g en sustitución parcial del a.f

Variación dimensional adoquín patron+ 8% de caucho granulado reciclado en sustitución del a.f.					
Muestra	Dimensión Medida	Promedio de mediciones	V (%)	V (%) promedio	
Adoquín + 8% caucho granulado reciclado M-1	Largo	19.992	0.04	Largo	0.05
	Ancho	9.994	0.06		
	Altura	5.99	0.17		
Adoquín + 8% caucho granulado reciclado M-2	Largo	19.988	0.06	Ancho	0.06
	Ancho	9.988	0.12		
	Altura	5.9925	0.13		
Adoquín + 8% caucho granulado reciclado M-3	Largo	19.992	0.04	Alto	0.36
	Ancho	10.00	0.00		
	Altura	5.996	0.07		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de V.D. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio en las dimensiones de largo, ancho y alto es de 0.05, 0.06 y 0.36 valores que indican que las dimensiones tienden a reducirse

Tabla 40

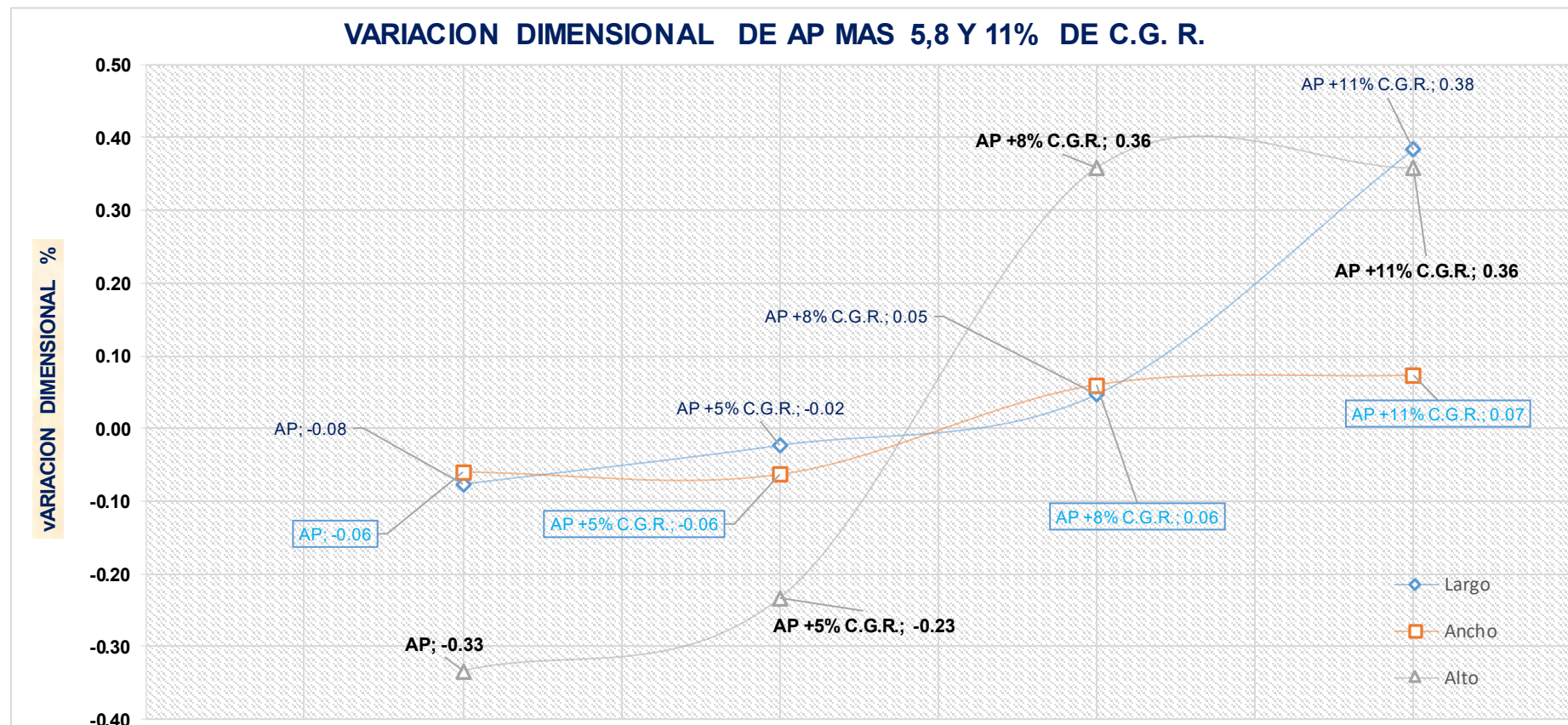
Variación dimensional adoquín patrón más 11% de c.r.g en sustitución parcial del a.f

Variación dimensional adoquín patrón+ 11% de caucho granulado reciclado en sustitución del a.f.					
Muestra	Dimensión Medida	Promedio de mediciones	V (%)	V (%) promedio	
Adoquín + 11% caucho granulado reciclado M-1	Largo	19.99	0.05	Largo	0.38
	Ancho	9.99	0.06		
	Altura	5.99	0.17		
Adoquín + 11% caucho granulado reciclado M-2	Largo	19.99	0.06	Ancho	0.37
	Ancho	9.99	0.14		
	Altura	5.99	0.13		
Adoquín + 11% caucho granulado reciclado M-3	Largo	19.79	1.04	Alto	0.36
	Ancho	10.00	0.02		
	Altura	6.00	0.07		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de V.D. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio en las dimensiones de largo, ancho y alto es de 0.38, 0.37 y 0.36 valores que indican que las dimensiones tienden a reducirse

Figura 7

Variación dimensional del adoquín más 5,8 y 11% caucho granulado reciclado en s.p.a.f.



La grafica anterior indica que la propiedad de V.D. es inversamente proporcional en cada una de sus dimensiones es decir a medida que se incrementa la dosificación del elemento C.G.R. las dimensiones tienden a reducirse en comparación con la que muestra el adoquín patron.

b) Propiedades físicas de Adoquin más más sustitución de a.f. por desechos de tuberías en 5,8,11 %: Se presenta los resultados enmarcados en tres aspectos evaluados: absorción, alabeo y variación dimensional

b.1) Propiedad de absorción: Se presenta a continuación los resultados obtenidos de las unidades producidas de la adoquin base con sustitución parcial del a.f. por desechos de tubería en 5, 8 ,11% respectivamente.

Tabla 41

Propiedad de absorción adoquín más 5% de d.t. en sustitución del a.f.

Absorción adoquin + 5% de desechos de tubería en sustitución del a.f.						
Nº	Descripción de la muestra	Muestra	Peso de adoquín seco	Peso de adoquín saturado	% absorción	% absorción promedio
1	A+ 5% d.t.	M - 1	2718	2855	5.04	4.97
2	A+ 5% d.t.	M - 2	2722	2857	4.96	
3	A+ 5% d.t.	M - 3	2726	2860	4.92	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de absorción según muestreo de 3 unidades de elaboración de A+ 5% D.T. cuyo valor promedio asciende a 4.97%

Tabla 42

Propiedad de absorción adoquín patrón más 8% de t.r en sustitución del a.f.

Absorción adoquin + 8% de desechos de tubería en sustitución del a.f.						
Nº	Descripción de la muestra	Muestra	Peso de adoquín seco	Peso de adoquín saturado	% absorción	% absorción promedio
1	A+ 8% d.t.	M - 1	2712	2838	4.65	4.72
2	A+ 8% d.t.	M - 2	2708	2833	4.62	
3	A+ 8% d.t.	M - 3	2703	2835	4.88	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de absorción según muestreo de 3 unidades de elaboración de A+ 8% D.T. cuyo valor promedio asciende a 4.72%

Tabla 43

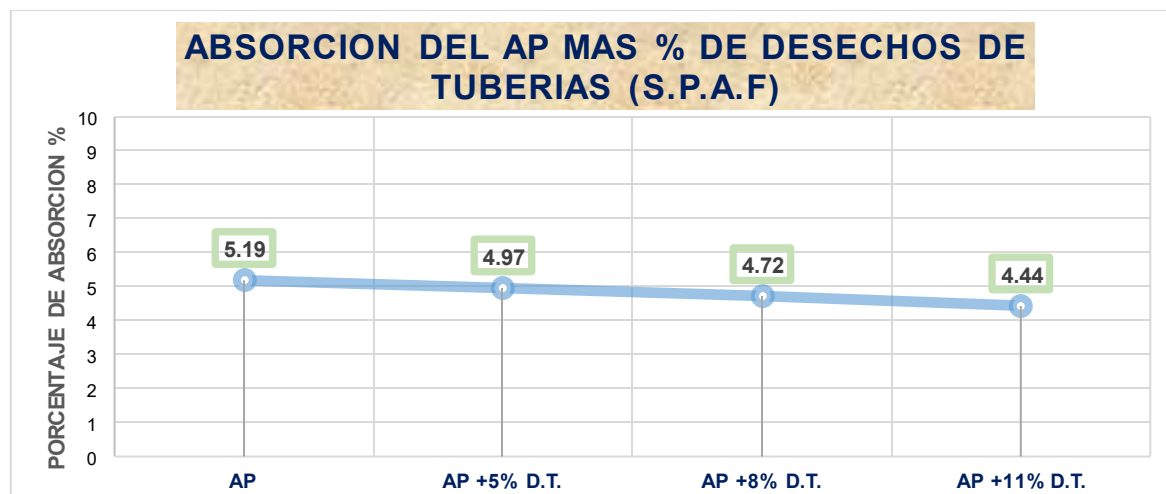
Propiedad de absorción adoquín patrón más 11% de d.t. en sustitución del a.f

Absorción adoquín + 11% de desechos de tubería en sustitución del a.f.						
Nº	Descripción de la muestra	Muestra	Peso de adoquín seco	Peso de adoquín saturado	% absorción	% Absorción promedio
1	A+ 11% d.t.	M - 1	2705	2822	4.33	4.44
2	A+ 11% d.t.	M - 2	2702	2825	4.55	
3	A+ 11% d.t.	M - 3	2699	2819	4.45	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de absorción según muestreo de 3 unidades de elaboración de A+ 8% D.T. cuyo valor promedio asciende a 4.44%

Figura 8

Absorción del adoquín patrón más sustitución de desechos de tubería en 5,8 y 11%



La grafica anterior indica que la propiedad de absorción es inversamente proporcional es decir a medida que se incrementa el porcentaje esta propiedad se reduce siendo inferiores ala que presenta la muestra base

b.2) Propiedad de alabeo: Se presenta a continuación los resultados obtenidos de las unidades de adoquín base más sustitución parcial de a.f. con tubería reciclada en 5, 8, 11% respectivamente

Tabla 44

Alabeo adoquín más 5% de d.t en sustitución parcial del a.f.

Alabeo ap + 5% de desecho de tuberías en sustitución del a.f.				
Descripción de Muestra N°	cara A		cara B	
	concavo (mm)	convexo (mm)	concavo (mm)	convexo (mm)
Adoquín + 5% desechos de tubería m-1	1.59	1.39	1.3	1.66
Adoquín + 5% desechos de tubería m-2	1.33	1.52	1.75	2.1
Adoquín + 5% desechos de tubería m-3	1.35	1.46	1.45	1.65
Promedio (mm)	1.42	1.46	1.50	1.80
Concavidad promedio (mm)			1.46	
Convexidad promedio (mm)			1.63	
Alabeo promedio (mm)			1.55	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de alabeo según muestreo de 3 unidades bajo el diseño de A + 5% D.T cuyo valor promedio asciende a 1.55 mm

Tabla 45

Alabeo – adoquín patrón más 8% de d.t. en sustitución parcial del a.f.

Alabeo ap + 8% de desecho de tuberías en sustitución del a.f.				
muestra n°	cara A		cara B	
	concavo (mm)	convexo (mm)	concavo (mm)	convexo (mm)
Adoquín + 8% desechos de tubería m-1	1.46	1.99	1.37	1.66
Adoquín + 8% desechos de tubería m-2	1.48	1.46	1.35	1.85
Adoquín + 8% desechos de tuberiam-3	1.49	1.75	1.28	1.36
Promedio (mm)	1.48	1.73	1.33	1.62
Concavidad promedio (mm)			1.41	
Convexidad promedio (mm)			1.68	
Alabeo promedio (mm)			1.54	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de alabeo según muestreo de 3 unidades bajo el diseño de A + 8% D.T cuyo valor promedio asciende a 1.54 mm

Tabla 46

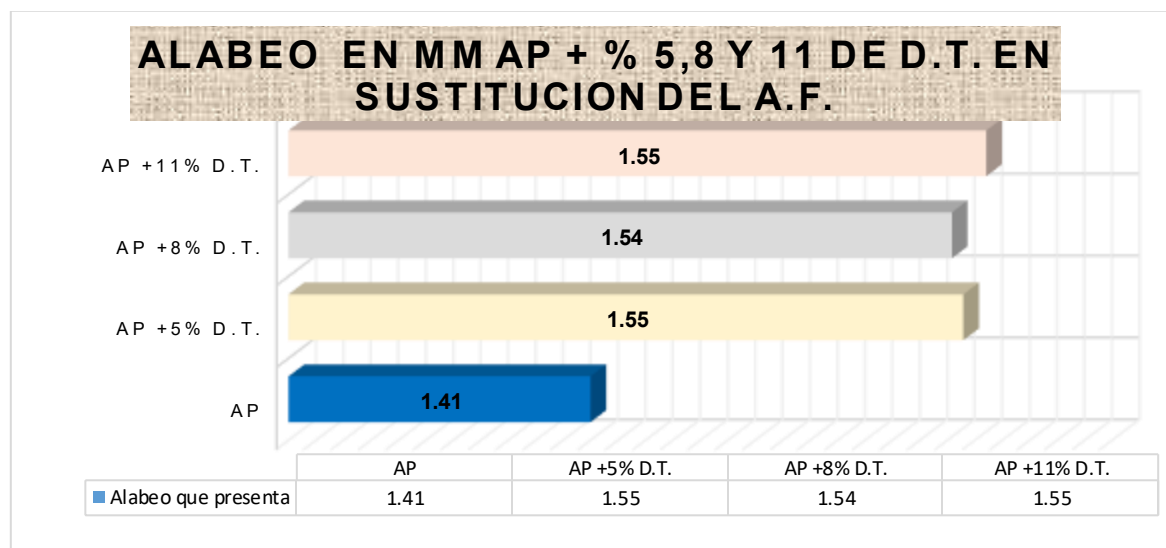
Alabeo adoquín más 11% de d.t. en sustitución parcial del a.f.

Alabeo ap + 11% de desecho de tuberías en sustitución del a.f.				
Descripción de Muestra N°	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
Adoquín + 11% desechos de tubería m-1	1.51	1.93	1.44	1.23
Adoquín + 11% desechos de tubería m-2	1.44	1.82	1.39	1.66
Adoquín + 11% desechos de tubería m-3	1.76	1.85	1.41	1.21
Promedio (mm)	1.57	1.87	1.41	1.37
Concavidad promedio (mm)			1.49	
Convexidad promedio (mm)			1.62	
Alabeo promedio (mm)			1.55	

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de alabeo según muestreo de 3 unidades bajo el diseño de A + 11% D.T cuyo valor promedio asciende a 1.55 mm

Figura 9

Alabeo del adoquín más 5,8 y 11% de desechos de tubería en sustitución del a.f



La grafica anterior indica que la propiedad de alabeo es variable siendo en todos los casos superior ala que presenta la muestra base comportándose casi directamente proporcional

b.3) Propiedad de variación dimensional: Se presenta a continuación los resultados obtenidos de las unidades AP con sustitución parcial del a.f. por desechos de tuberías en 5, 8, 11% respectivamente.

Tabla 47

Variación dimensional adoquín más 5% de d.t en sustitución parcial del a.f.

Variación dimensional adoquín patron+ 5% de desechos de tubería en sustitución del a.f.					
Muestra	Dimensión Medida	Promedio de mediciones	V (%)	V (%) promedio	
Adoquín + 5% desechos de tubería M-1	Largo	20.014	-0.07	Largo	-0.06
	Ancho	10.03	-0.30		
	Altura	6.006	-0.10		
Adoquín + 5% desechos de tubería M-2	Largo	20.014	-0.07	Ancho	-0.30
	Ancho	10.03	-0.30		
	Altura	6.006	-0.10		
Adoquín + 5% desechos de tubería M-3	Largo	20.01	-0.05	Alto	-0.30
	Ancho	10.03	-0.30		
	Altura	6.006	-0.10		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de V.D. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio en las dimensiones de largo, ancho y alto es de -0.06, -0.30 y -0.30 valores que indican que las dimensiones tienden a incrementarse

Tabla 48

Variación dimensional adoquín patrón más 8% de d.t en sustitución parcial del a.f.

Variación dimensional adoquín patron+ 8% de desechos de tubería en sustitución del a.f.					
Muestra	Dimensión Medida	Promedio de mediciones	V (%)	V (%) promedio	
Adoquín + 8% desechos de tubería M-1	Largo	20.01	-0.06	Largo	-0.05
	Ancho	10.01	-0.14		
	Altura	6.01	-0.10		
Adoquín + 8% desechos de tubería M-2	Largo	20.01	-0.04	Ancho	-0.24
	Ancho	10.03	-0.28		
	Altura	6.01	-0.10		
Adoquín + 8% desechos de tubería M-3	Largo	20.01	-0.05	Alto	-0.37
	Ancho	10.03	-0.30		
	Altura	6.01	-0.17		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de V.D. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio en las dimensiones de largo, ancho y alto es de -0.05, -0.24 y -0.37 valores que indican que las dimensiones tienden a incrementarse

Tabla 49

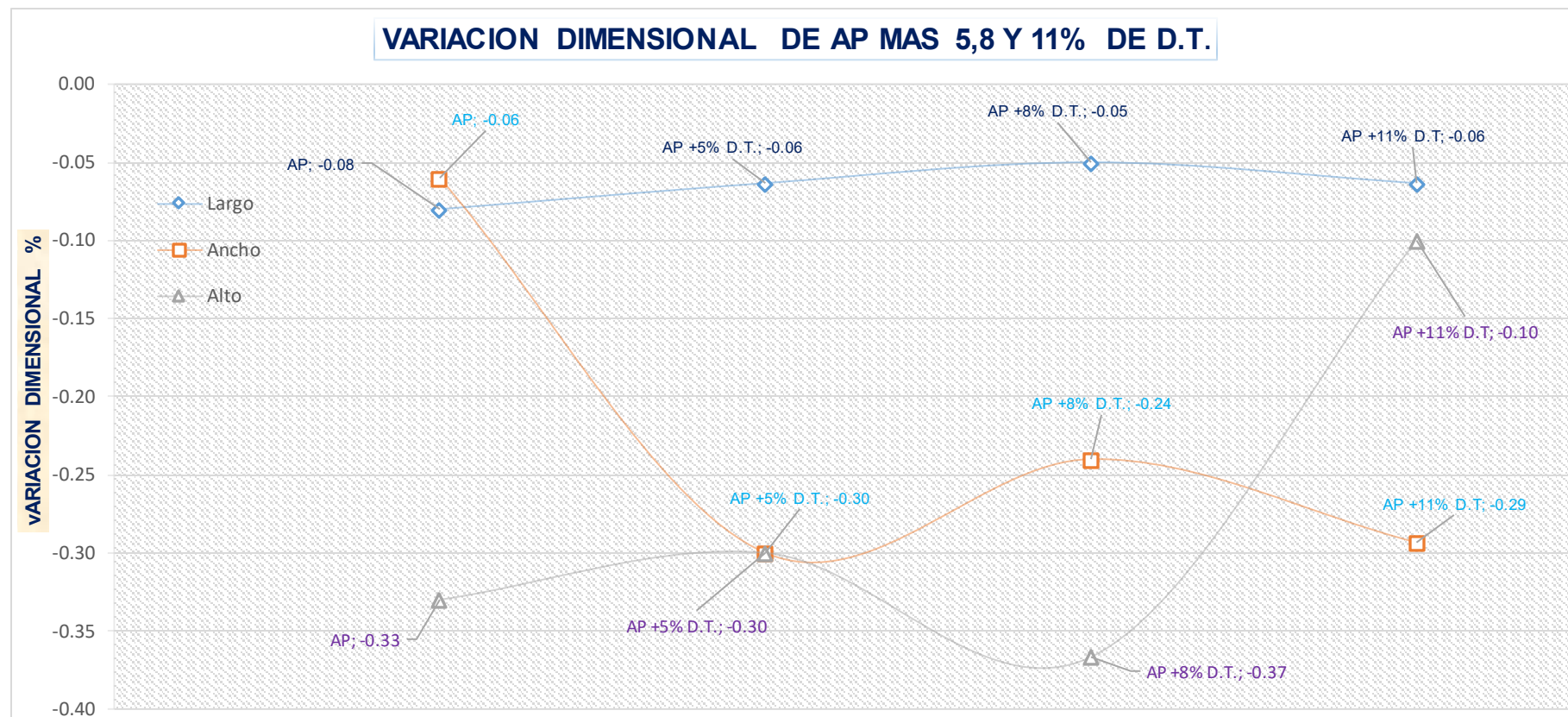
Variación dimensional adoquín más 11% de d.t en sustitución parcial del a.f.

Variación dimensional adoquín patrón+ 11% de desechos de tubería en sustitución del a.f.					
Muestra	Dimensión Medida	Promedio de mediciones	V (%)	V (%) promedio	
Adoquín + 11% desechos de tubería M-1	Largo	20.01	-0.06	Largo	-0.06
	Ancho	10.03	-0.30		
	Altura	6.01	-0.13		
Adoquín + 11% desechos de tubería M-2	Largo	20.02	-0.08	Ancho	-0.29
	Ancho	10.03	-0.28		
	Altura	6.01	-0.13		
Adoquín + 11% desechos de tubería M-3	Largo	20.01	-0.05	Alto	-0.10
	Ancho	10.03	-0.30		
	Altura	5.99	0.17		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de V.D. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio en las dimensiones de largo, ancho y alto es de -0.06, -0.29 y -0.10 valores que indican que las dimensiones tienden a incrementarse ligeramente

Figura 10

Variación dimensional del adoquín más 5,8 y 11% de desecho de tubería en s.p.a.f.



La grafica anterior indica que la propiedad de V.D. es inversamente proporcional en cada una de sus dimensiones es decir a medida que se incrementa la dosificación del elemento D.T. las dimensiones tienden a reducirse en comparación con la que muestra el adoquín patron. Pero la reducción es leve.

4.1.3 Resultados sobre la influencia de porcentajes de Caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades mecánicas del adoquín patron

En lo que respecta a este tercer ítem se presenta a continuación los resultados enmarcados en las propiedades de resistencia ala compresión y flexion primeramente se presentara los resultados que concierne a la muestra patron más sustitución por caucho granulado reciclado del agregado fino y seguidamente las que corresponde a la muestra patron más sustitución por desechos de tubería del a.f.

a) **Propiedades mecánicas de resistencia a la compresión de adoquín patron más % de caucho granulado reciclado (empleo del c.g.r. como sustituto del a.f.):** Se presenta los resultados enmarcados primeramente en la resistencia a la compresión respectivamente de las muestras de adoquín más caucho reciclado granulado como sustituto del a.f. y seguidamente de desechos de tuberías en porcentajes de 5, 8 y 11 % respectivamente como sustituto del a.f

a.1) **Resistencia ala compresión en los periodos de 7,14 y 28 días del A.P. con sustitución del a.f con de caucho reciclado granulado en 5, 8, y 11 %:** Se presenta a continuación en orden secuencial las resistencias alcanzadas en los periodos citados

a.1.1) **Resistencia ala compresión en los periodos de 7 ,14 y 28 días de A + 5% de C.G.R como sustitución del a.f.:** Se presenta a continuación los resultados obtenidos bajo la síntesis de A+5% de c.g.r

Tabla 50

Resistencia a la compresión alos 7 días adoquín más 5% de c.g.r. en s.p.a.f.

Resistencia a la compresión a los 7 días A + 5% c.g.r como sustituto del a.f.					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm2) Alcanzada	F'c (kg/cm2) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquín + 5% de C.G.R- M1	42702	213.40			
Adoquín + 5% de C.G.R- M2	42923	214.51	214.31	320	7
Adoquín + 5% de C.G.R- M3	43004	215.02			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de $f'c$. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 214.31 kg/cm² a los 7 días siendo este valor un 67% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Tabla 51

Resistencia a la compresión a los 14 días adoquín patrón más 5 de c.g.r. en s.p.a.f.

Resistencia ala compresión a los 14 días A+5% c.g.r. como sustituto del a.f.					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquín + 5% de C.G.R- M1	56656	283.14			
Adoquín + 5% de C.G.R- M2	57145	285.73	284.45	320	14
Adoquín + 5% de C.G.R- M3	56925	284.48			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de $f'c$. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 284.45 kg/cm² a los 14 días siendo este valor un 89% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Tabla 52

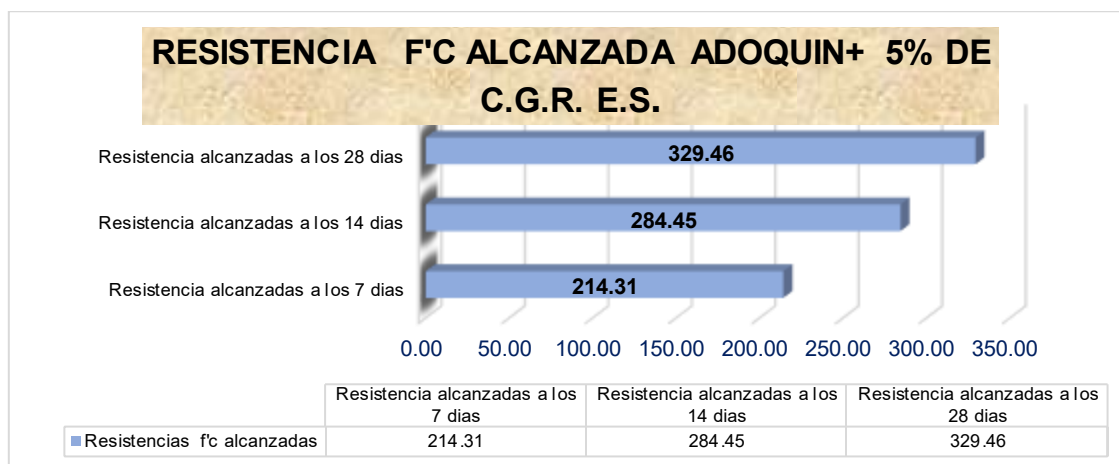
Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín patrón más 5 de c.g.r en s.p.a.f.

Resistencia ala compresión a los 28 días A+5% c.g.r. como sustituto del a. f					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquín + 5% de C.G.R- M1	64914	324.41			
Adoquín + 5% de C.G.R- M2	66321	331.61	329.46	320	28
Adoquín + 5% de C.G.R- M3	66505	332.36			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de $f'c$. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 329.46.45 kg/cm² a los 28 días siendo este valor un 1.03% del valor de diseño que es 320 kg/cm²

Figura 11

Resistencia a la compresión adoquín más 5% de caucho reciclado en s.p.a.f.



La grafica presenta expresa bajo la línea de tendencia a la evolución de la resistencia que presenta la muestra patrón de adoquín más 5% de C.G.R. la cual al periodo final de 28 dias supera en 29.46 kg/cm² a la resistencia de diseño (320kg/cm²) indicativo positivo

a.1.2) Resistencia a la compresión en los periodos de 7,14. y 28 días de A + 8% de c.g.r – aplicación en sustitucion: Se presenta a continuación los resultados obtenidos bajo la síntesis de A+8% de c.g.r (empleo en sustitucion)

Tabla 53

Resistencia a la compresión a los 7 dias adoquín más 8% de c.g.r en s.p. a.f.

Resistencia a la compresión a los 7 días A+8% c.g.r. como sustituto del a. f					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquin + 8% de C.G.R- M1	41235	206.196			
Adoquin + 8% de C.G.R- M2	41723	208.646	207.44	320	7
Adoquin + 8% de C.G.R- M3	41488	207.471			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 207.44 kg/cm² a los 7 dias siendo este valor un 64% del valor de diseño que es 320kg/cm

Tabla 54

Resistencia a la compresión a los 14 días adoquín más 8% de c.g.r en s.p.a.f.

Resistencia a la compresión a los 14 días A+8% c.g.r. como sustituto del a. f					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquín + 8% de C.G.R- M1	53915	269.602			
Adoquín + 8% de C.G.R- M2	54015	270.116	270.96	320	14
Adoquín + 8% de C.G.R- M3	54625	273.166			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 214.31 kg/cm² a los 14 días siendo este valor un 85% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Tabla 55

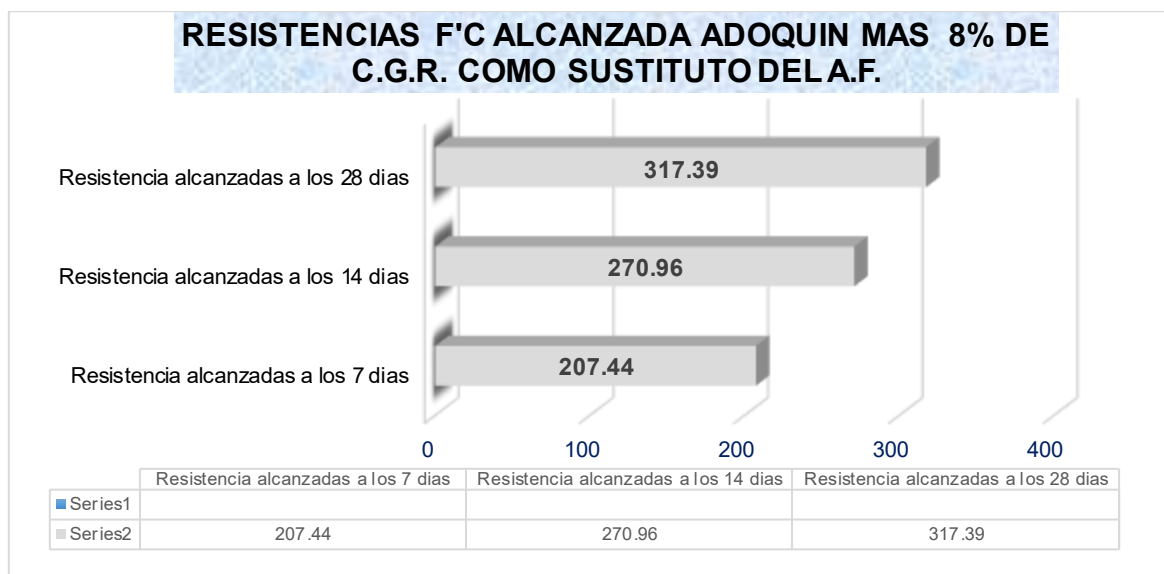
Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín más 8% de c.g.r en s.p.a.f.

Resistencia a la compresión a los 28 días A+8% c.g.r. como sustituto del a. f					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquín + 8% de C.G.R- M1	63725	318.657			
Adoquín + 8% de C.G.R- M2	63555	317.823	317.39	320	28
Adoquín + 8% de C.G.R- M3	63127	315.682			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 317.39 kg/cm² a los 28 días siendo este valor un 99% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Figura 12

Resistencia a la compresión adoquín más en 8% de caucho granulado como s.p, a.f



La grafica presenta expresa bajo la línea de tendencia a la evolución de la resistencia que presenta la muestra patrón de adoquín más 8% de C.G.R. la cual al periodo final de 28 dias se reduce en 2.61 kg/cm² a la resistencia de diseño (320kg/cm²) indicativo negativo

a.1.3) Resistencia ala compresión en los periodos de 7 ,14 y 28 días de A + 11% de c.g.r empleo en sustitucion: Se presenta a continuación los resultados obtenidos bajo la síntesis de A+11% de c.g.r (empleo en sustitucion)

Tabla 56

Resistencia a la compresión alos 7 días adoquín más 11% de c.g.r en sustitución del a.f

Resistencia ala compresión alos 7 días A+11%c.g.r. como sustituto del a. f					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquín + 11% de C.G.R- M1	40735	203.726			
Adoquín + 11% de C.G.R- M2	40623	203.156	203.62	320	7
Adoquín + 11% de C.G.R- M3	40788	203.991			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de $f'c$. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 203.62 kg/cm² a los 7 días siendo este valor un 63% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Tabla 57

Resistencia a la compresión a los 14 días adoquín más 11% de c.g.r. en sustitución del a.f.

Resistencia ala compresión alos 14 dias A+11% c.g.r. como sustituto del a. f					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquín + 11% de C.G.R- M1	50815	254.139			
Adoquín + 11% de C.G.R- M2	51015	255.126	253.92	320	14
Adoquín + 11% de C.G.R- M3	50487	252.498			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de $f'c$. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 253.92 kg/cm² a los 14 días siendo este valor un 79% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Tabla 58

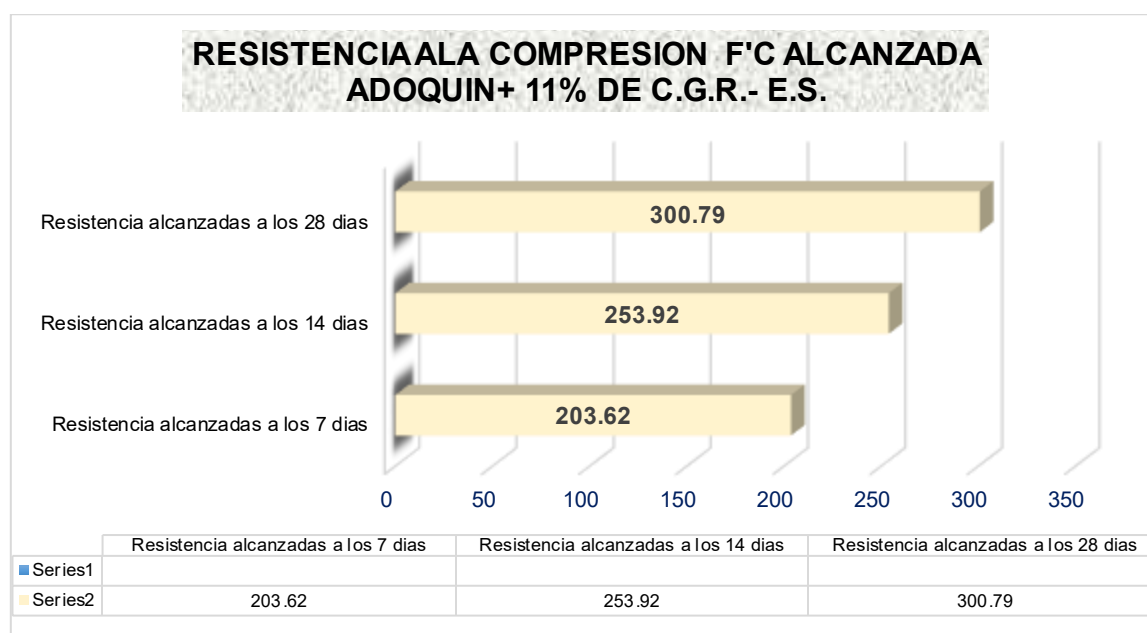
Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín más 11% de c.g.r. en sustitución del a.f.

Resistencia ala compresión alos 28 dias A+11%c.g.r. como sustituto del a. f					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquín + 11% de C.G.R- M1	60124	300.725			
Adoquín + 11% de C.G.R- M2	59897	299.605	300.79	320	28
Adoquín + 11% de C.G.R- M3	60388	302.046			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de $f'c$. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 300.79 kg/cm² a los 28 días siendo este valor un 94% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Figura 13

Resistencia ala compresión adoquín más sustitución de 11% caucho granulado reciclado

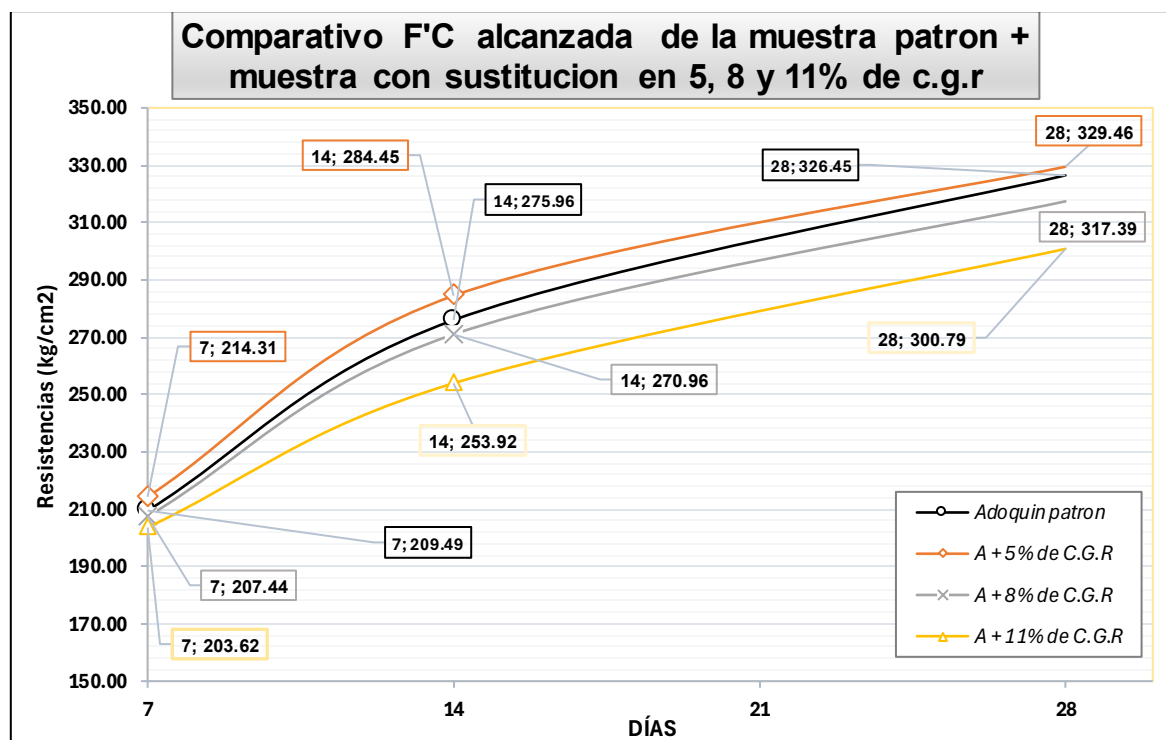


La grafica presenta expresa bajo la línea de tendencia a la evolución de la resistencia que presenta la muestra patrón de adoquín más 11% de C.G.R. la cual al periodo final de 28 dias se reduce en 19.21 kg/cm² a la resistencia de diseño (320kg/cm²) indicativo muy negativo

a.1.4) Comparativo de la resistencia ala compresión en los periodos de 7 ,14 y 28 días del adoquin patron y de A + % DE C.G.R sustituido: Se presenta a continuación los resultados obtenidos bajo la síntesis de A+% de c.g.r empleados como sustituto del a.f.

Figura 14

Comparativo de resistencia ala compresión adoquín patrón vs adoquin con sustitución de % caucho granulado reciclado



La grafica presenta expresa bajo las líneas de tendencia a la evolución de la resistencia que presenta la muestra patrón y las muestras de adoquín más % de C.G.R. (5,8,11) se visualiza que la resistencia tiende a incrementarse con la adición de 5% c.g.r y se reduce en forma directamente proporcional con la adición de 8y 11%.

a.2) Resistencia a la compresión alcanzada 7,14 y 28 días de adoquines más la sustitución de 5, 8, y 11 % de desechos de tubería: Se presenta a continuación en orden secuencial las resistencias alcanzadas en los periodos citados

a.2.1 Resistencia ala compresión en los periodos de 7 ,14 y 28 días: Adoquin patrón más 5% de desechos de tuberías: Se presenta a continuación los resultados obtenidos

Tabla 59

Resistencia a la compresión a los 7 días adoquín más 5% de d.t. en sustitución del a.f

Resistencia ala compresión alos 7 dias A + 5% de d.t. en s.p.a.f.					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquin + 5% de D.T - M1	41682	208.358			
Adoquin + 5% de D.T - M2	42114	210.465	209.38	320	7
Adoquin + 5% de D.T - M3	41887	209.330			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 209.38 kg/cm² a los 7 días siendo este valor un 65% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Tabla 60

Resistencia a la compresión alos 14 dias adoquín más 5% de d.t en sustitución del a.f

Resistencia ala compresión alos 14 dias A+5% de d.t. en s.p.a.f.					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquin + 5% de D.T - M1	54449	272.11			
Adoquin + 5% de D.T - M2	55023	275.05	275.02	320	14
Adoquin + 5% de D.T - M3	55608	277.90			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 275.02 kg/cm² a los 14 días siendo este valor un 86% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Tabla 61

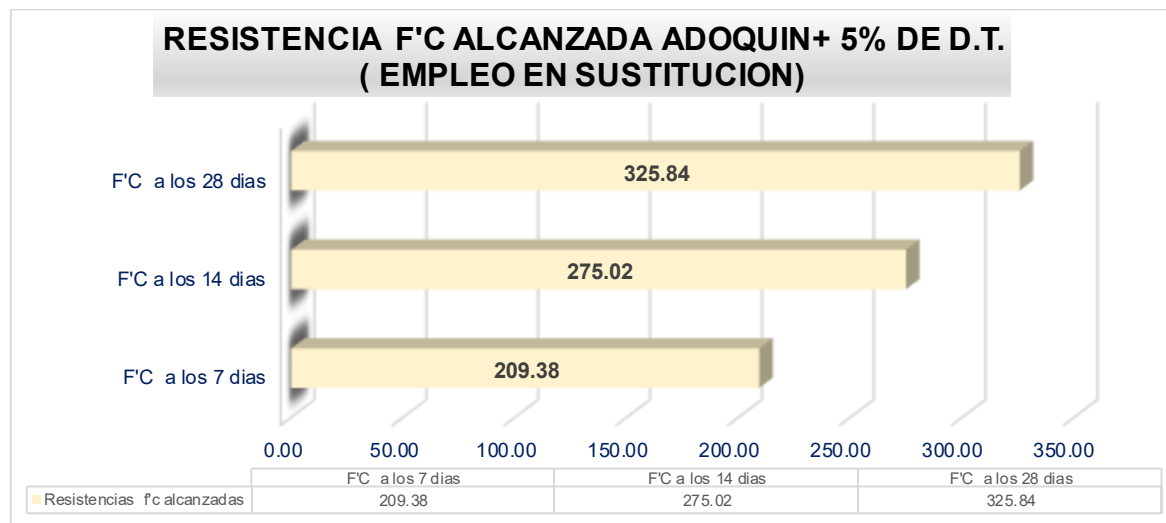
Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín más 5% de d.t. en sustitución del a.f.

Resistencia a la compresión a los 28 días A+ 5% de d.t en s.p.a.f.					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquín + 5% de D.T - M1	64595	322.814			
Adoquín + 5% de D.T - M2	65190	325.787	325.84	320	28
Adoquín + 5% de D.T - M3	65818	328.926			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 325.84 kg/cm² a los 28 días siendo este valor un 1.02% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Figura 15

Resistencia a la compresión adoquín patrón más adición de 5% tubería reciclada



La grafica presenta expresa bajo la línea de tendencia a la evolución de la resistencia que presenta la muestra patrón de adoquín más 5% de D.T. la cual al periodo final de 28 días se reduce en 5.84 kg/cm² frente a la resistencia de diseño (320kg/cm²)

a.2.2 Resistencia a la compresión en los periodos de 7 ,14 y 28 días Adoquin patrón

más 8% de desechos de tuberías: Se presenta a continuación los resultados obtenidos

Tabla 62

Resistencia a la compresión a los 7 días adoquín más 8% de d.t en sustitución del a.f

Resistencia ala compresión a los 7 días A+8% de d.t. en s.p.a.f.					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm2) Alcanzada	F'c (kg/cm2) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquin + 8% de D.T - M1	41282	206.358			
Adoquin + 8% de D.T - M2	41458	207.238	207.51	320	7
Adoquin + 8% de D.T - M3	41787	208.935			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 207.51 kg/cm2 a los 7 días siendo este valor un 65% del valor de diseño que es 320kg/cm2

Tabla 63

Resistencia a la compresión a los 14 días adoquín más 8% de d.t. en sustitución del a.f

Resistencia ala compresión a los 14 días A+8% de d.t. en s.p.a.f.					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm2) Alcanzada	F'c (kg/cm2) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquin + 8% de D.T - M1	54525	272.625			
Adoquin + 8% de D.T - M2	54918	274.521	273.72	320	14
Adoquin + 8% de D.T - M3	54815	274.006			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 273.72 kg/cm2 a los 14 días siendo este valor un 86% del valor de diseño que es 320kg/cm2

Tabla 64

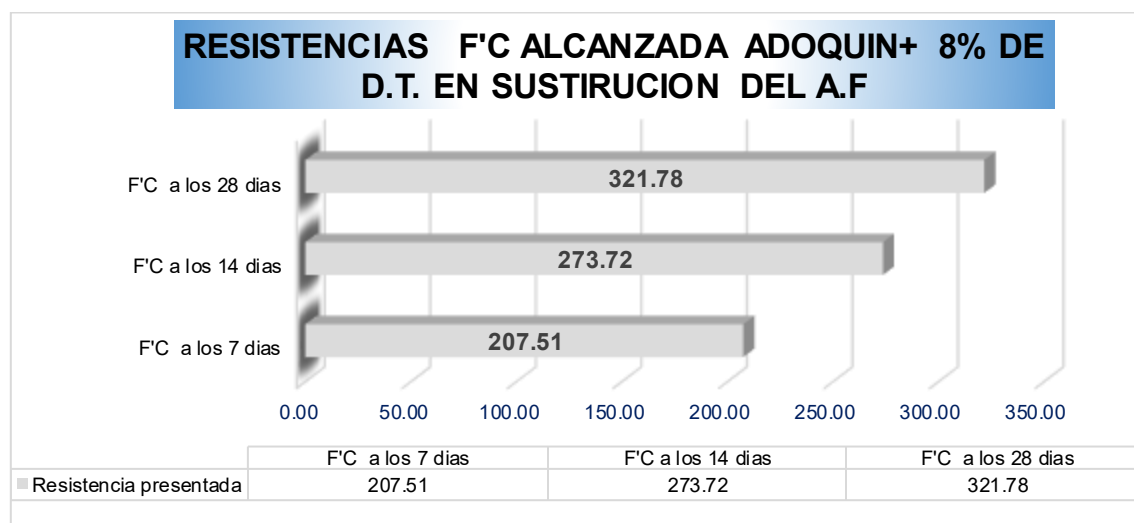
Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín más 8% de d.t. en sustitución del a.f

Resistencia ala compresión a los 28 días A+8% de d.t. en s.p.a.f.					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquin + 8% de D.T - M1	63995	319.975			
Adoquin + 8% de D.T - M2	64390	321.870	321.78	320	28
Adoquin + 8% de D.T - M3	64718	323.509			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 321.78 kg/cm² a los 28 días siendo este valor un 1.005% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Figura 16

Resistencia a la compresión adoquín más 8% tubería reciclada en sustitución del a.f



La grafica presenta expresa bajo la línea de tendencia a la evolución de la resistencia que presenta la muestra patrón de adoquín más 8% de D.T. la cual al periodo final de 28 días se incrementa en 1.78 kg/cm² frente a la resistencia de diseño (320kg/cm²)

a.2.3 Resistencia ala compresión en los periodos de 7 ,14 y 28 dias: Adoquin patrón más 11% de desechos de tuberías como sustito parcial del agregado fino: Se presenta a continuación los resultados obtenidos

Tabla 65

Resistencia a la compresión a los 7 días adoquín más 11% de d.t en sustitucion del a.f

Resistencia ala compresión a los 7 dias A+11% de d.t. en s.p.a.f.					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm2) Alcanzada	F'c (kg/cm2) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquin + 11% de D.T - M1	40685	203.425			
Adoquin + 11% de D.T - M2	40863	204.295	204.21	320	7
Adoquin + 11% D.T - M3	40988	204.909			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 204.21 kg/cm2 alos 7 dias siendo este valor un 64% del valor de diseño que es 320kg/cm2

Tabla 66

Resistencia a la compresión alos 14 días adoquín más 11% de d.t. en sustitucion del a.f

Resistencia ala compresión alos 14 dias A +11% de d.t. en s.p.a.f.					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm2) Alcanzada	F'c (kg/cm2) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquin + 11% de D.T - M1	53533	267.625			
Adoquin + 11% de D.T - M2	53921	269.578	268.79	320	14
Adoquin + 11% de D.T - M3	53835	269.175			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 268.79 kg/cm2 alos 14 dias siendo este valor un 84% del valor de diseño que es 320kg/cm.

Tabla 67

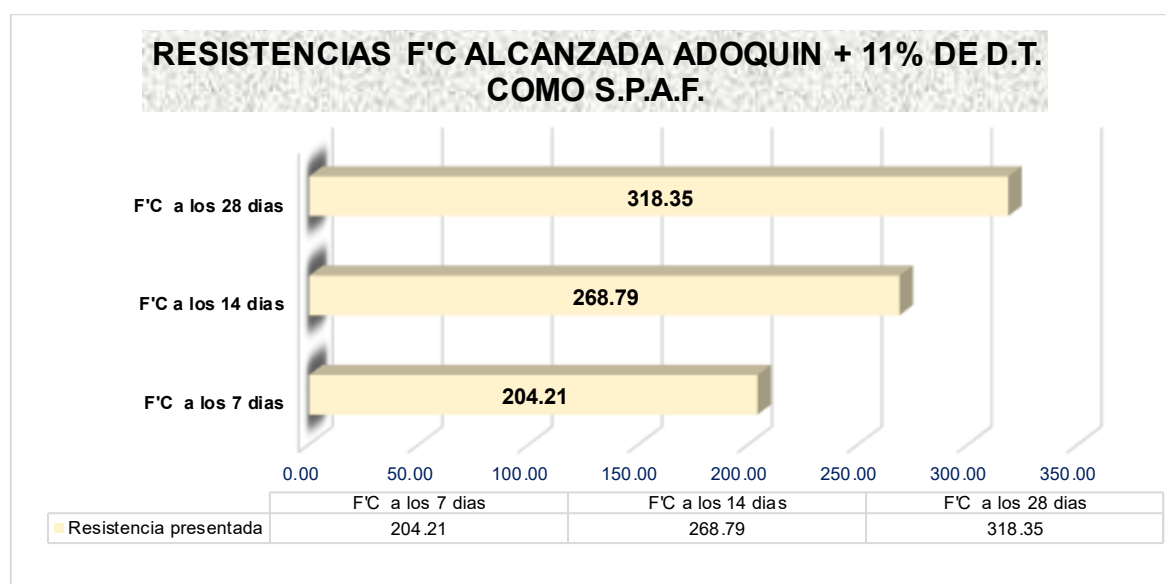
Resistencia a la compresión a los 28 días adoquín más 11% de d.t. en sustitución del a.f

Resistencia a la compresión a los 28 días A+11% de d.t. en s.p.a.f.					
Muestra	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²) Alcanzada	F'c (kg/cm ²) Promedio	Resistencia de diseño	Días
Adoquín + 11% de D.T - M1	63104	315.473			
Adoquín + 11% de D.T - M2	63910	319.502	318.35	320	28
Adoquín + 11% de D.T - M3	64018	320.090			

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de f'c. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 318.35 kg/cm² a los 28 días siendo este valor un 99% del valor de diseño que es 320kg/cm²

Figura 17

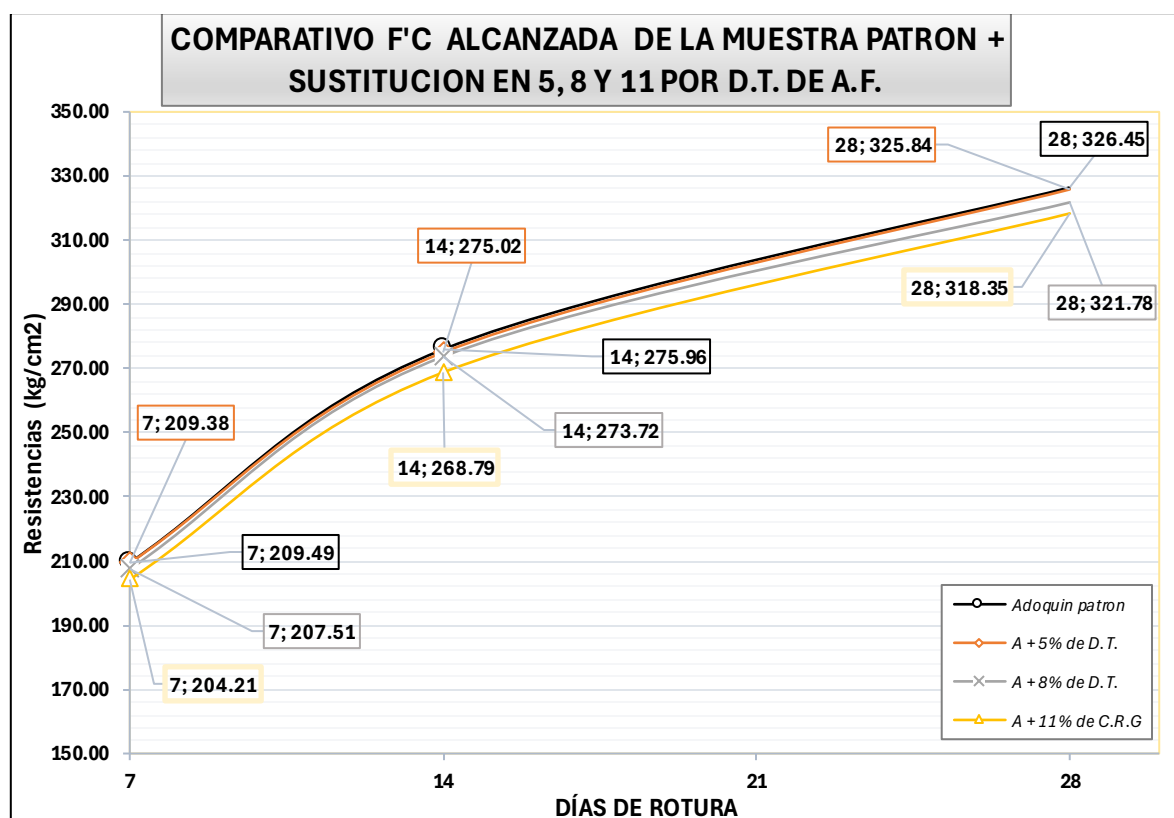
Resistencia a la compresión adoquín más sustitución en 11% por desechos de tubería



La grafica presenta expresa bajo la línea de tendencia a la evolución de la resistencia que presenta la muestra patrón de adoquín más 11% de D.T. la cual al periodo final de 28 días se reduce en 1.75 kg/cm² frente a la resistencia de diseño (320kg/cm²)

Figura 18

Comparativo de resistencias del adoquín base y el adoquín con sustitución en 5,8,11% por desecho de tubería



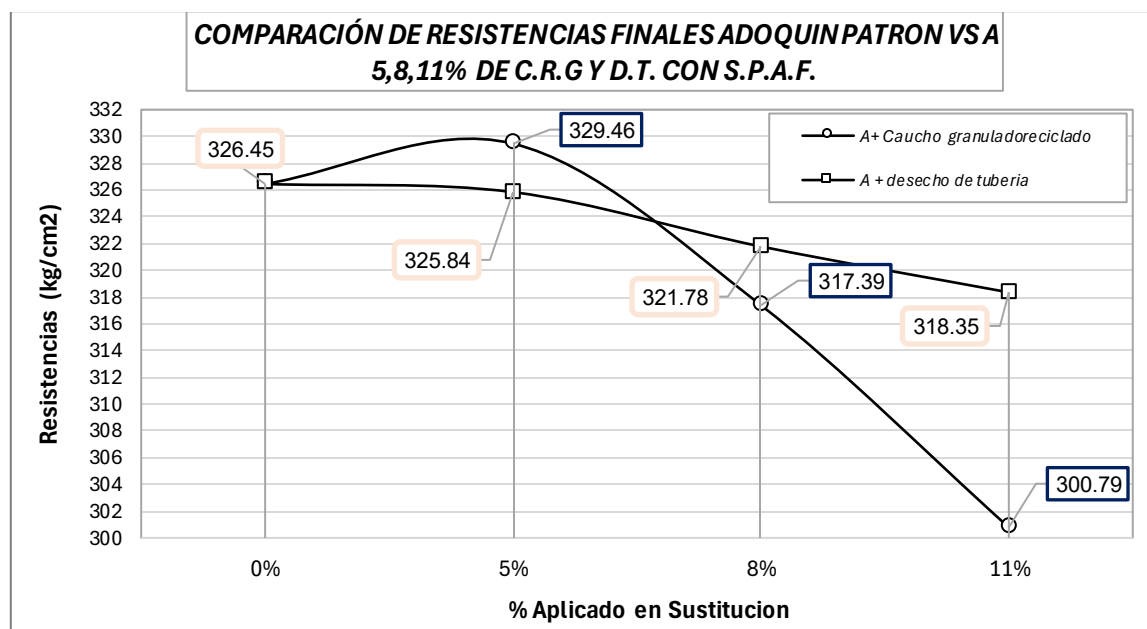
La grafica presenta expresa bajo las líneas de tendencia a la evolución de la resistencia que presenta la muestra patrón y las muestras de adoquín más % de D.T. (5,8,11) se visualiza que la resistencia tiende a reducir levemente con la adición de 5% c.g.r y se reduce en forma directamente proporcional con la adición de 8y 11%.

a.2.5 Comparativo de Resistencia ala compresión en los periodos de 28 días de la AP y Adoquín más % de desechos de tuberías como sustituto parcial del agregado fino: Se presenta a continuación los resultados obtenidos

Figura 19

Comparativo de resistencias ala compresión adquiridas del adoquín patrón vs A+

5,8,11% de caucho reciclado granulado y tubería reciclada en sustitución parcial del a.f.



La grafica presente expresa un comparativo de la resistencia adquiridas a los 28 días de la muestra patrón, seguida de la muestra con adición de % de c.g.r. y % de d.t. se observa que para la primera la influencia es que sube con un 5% y tiende a bajar con los % de 8 y 11, así mismo el comportamiento con la adición de % de d.t. es que la resistencia es inversamente proporcional a la dosificación es decir mientras más % se añade la resistencia tiende a bajar más.

- b) Propiedades mecánicas de resistencia a la flexion de adoquin patrón más % de caucho reciclado (empleo del c.g.r. como sustituto del a.f.):** Se presenta los resultados enmarcados primeramente en la resistencia a la flexion respectivamente de las muestras de adoquin+ caucho reciclado granulado como sustituto del a.f. y seguidamente de desechos de tuberías en porcentajes de 5. 8 y 11 % respectivamente empleado también como sustituto parcial del agregado fino.

b.1) Resistencia ala flexion en los periodos de 7.14. y 28 dias del A.P. más 5, 8, y 11

% de Caucho granulado reciclado como sustituto del agregado fino: Se presenta a continuación en orden secuencial las resistencias alcanzadas en los periodos citados

b.1.1) Resistencia ala flexion en los periodos de 7 ,14 y 28 días de A + 5% C.G.R. como sustituto del a.f: Se presenta a continuación los resultados obtenidos bajo la síntesis de A+5% de c.g.r.

Tabla 68

Resistencia a la flexión a los 7 días adoquín más 5% de c.g.r en s.p.a.f.

Resistencia a la flexion alos 7 dias A+5% c.g.r. en s.p.a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ² promedio)	Días
Adoquín + 5% de C.G.R- M1	755	41.97		
Adoquín + 5% de C.G.R- M2	783	43.52	42.72	7
Adoquín + 5% de C.G.R- M3	768	42.67		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 42.72 kg/cm² alos 7 dias valor que es menor al mínimo (45kg/cm²)

Tabla 69

Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 5% de c.g.r en s.p.a.f.

Resistencia a la flexion alos 14 dias A+5% c.g.r. en s.p.a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ² promedio)	Días
Adoquín + 5% de C.G.R- M1	990	54.03		
Adoquín + 5% de C.G.R- M2	1001	54.53	54.04	14
Adoquín + 5% de C.G.R- M3	1025	53.56		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 54.04 kg/cm² a los 14 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm²)

Tabla 70

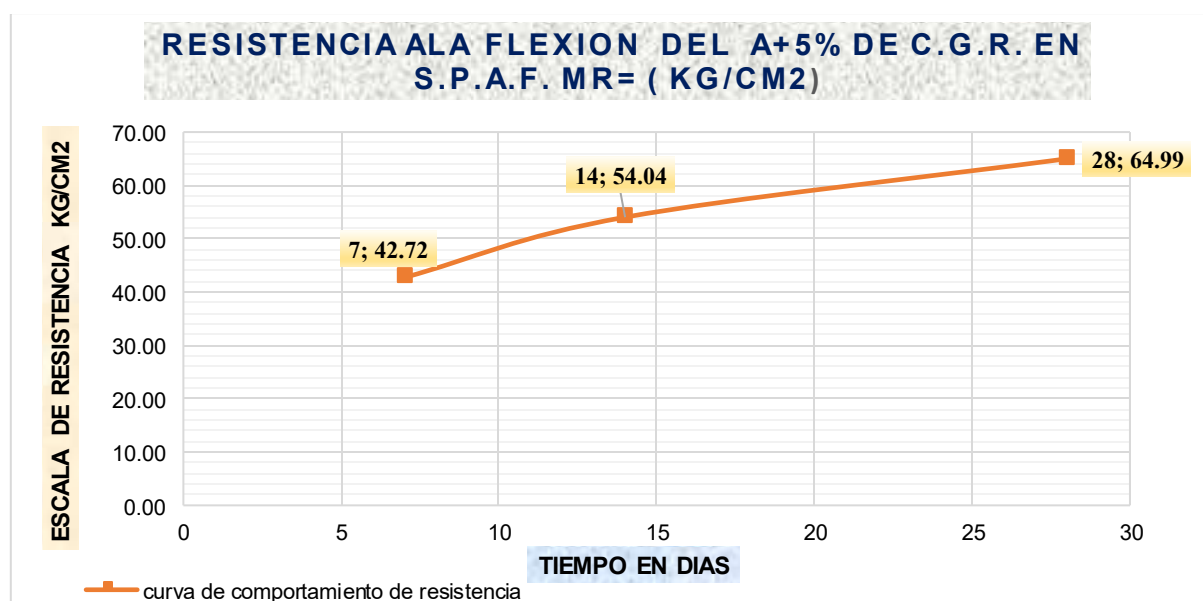
Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 5% de c.g.r en s.p.a.f.

Resistencia a la flexión Alos 28 días A+5% c.g.r. en s.p.a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ² promedio)	Días
Adoquín + 5% de C.G.R- M1	1177.2	65.43		
Adoquín + 5% de C.G.R- M2	1161.2	64.54	64.99	28
Adoquín + 5% de C.G.R- M3	1170	65		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 64.99 kg/cm² a los 28 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm²)

Figura 20

Resistencia ala flexión alos 7,14 y 28 días de A+5% c.g.r.en s.p. a.f.



La grafica anterior muestra que la resistencia al flexion que presentan las muestras con adición de C.G.R en porcentaje de 5% es superior al mínimo en sus 28 días

b.1.2) Resistencia ala flexion en los periodos de 7 ,14 y 28 días de A + 8% de C.G.R.

– **aplicación en sustitución:** Se presenta a continuación los resultados obtenidos bajo la síntesis de A+8% de c.g.r (empleo en sustitucion)

Tabla 71

Resistencia a la flexión alos 7 días adoquín más 8% de c.g.r en s.p.a.f.

Resistencia a la flexión a los 7 días A+8%c.g.r. como sustituto del a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm2)	Mr (kg/cm2 promedio)	Días
Adoquín + 8% de C.G.R- M1	752	41.76		7
Adoquín + 8% de C.G.R- M2	763	42.37	41.83	
Adoquín + 8% de C.G.R- M3	745	41.37		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 41.83 kg/cm2 alos 7 dias valor que es menor al mínimo (45kg/cm2)

Tabla 72

Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 8% de c.g.r en s.p.a.f.

Resistencia ala flexion alos 14 días A+8%c.g.r. como sustituto del a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm2)	Mr (kg/cm2 promedio)	Días
Adoquin + 8% de C.G.R- M1	954	52.97		14
Adoquin + 8% de C.G.R- M2	947	52.58	52.79	
Adoquin + 8% de C.G.R- M3	951	52.81		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 52.79 kg/cm2 alos 14 días valor que es mayor al mínimo (45 kg/cm2)

Tabla 73

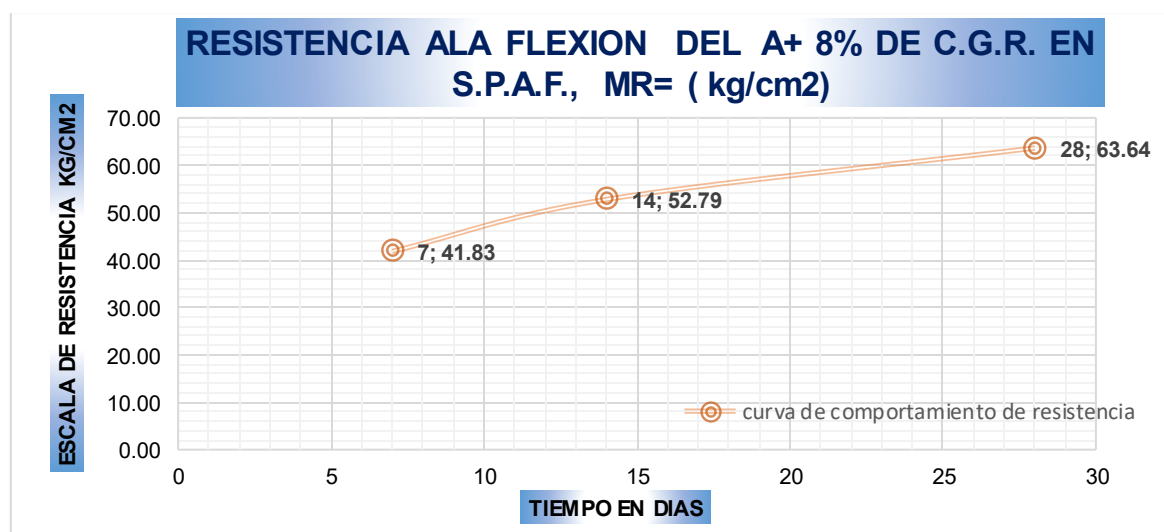
Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 8 % de c.g.r en s.p.a.f.

Resistencia ala flexión a los 28 días A+8%c.g.r. como sustituto del a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ² promedio)	Días
Adoquin + 8% de C.G.R- M1	1138.20	63.20		
Adoquin + 8% de C.G.R- M2	1151.20	63.92	63.64	28
Adoquin + 8% de C.G.R- M3	1149.15	63.81		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 63.64 kg/cm² a los 28 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm²)

Figura 21

Resistencia ala flexión a los 7,14 y 28 días de A más 8% c.g.r. en s.p.a.f.



La grafica anterior muestra que la resistencia al flexion que presentan las muestras con sustitución del a. f por C. G.R en porcentaje de 8%. Es superior al mínimo en sus 28 días

b.1.2) Resistencia a la flexion en los periodos: de 7 ,14 y 28 días de A + 11% C.G.R. empleo en sustitucion del a.f: Se presenta a continuación los resultados obtenidos bajo la síntesis de A+11% de c.g.r

Tabla 74

Resistencia a la flexión a los 7 días adoquín más 11% de c.g.r en s.p. a.f.

Resistencia a la flexión a los 7 días A+11% c.g.r. como sustituto del a. f				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ² promedio)	Días
Adoquin + 11% de C.G.R- M1	727	40.37		
Adoquin + 11% de C.G.R- M2	731	40.59	40.22	7
Adoquin + 11% de C.G.R- M3	715	39.7		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 40.22 kg/cm² a los 7 días valor que es menor al mínimo (45kg/cm²)

Tabla 75

Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 11% de c.g.r en s.p. a.f.

Resistencia a la flexión a los 14 días A+8% c.g.r. como sustituto del a. f				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ² promedio)	Días
Adoquin + 11% de C.G.R- M1	931	51.7		
Adoquin + 11% de C.G.R- M2	928	51.53	51.27	14
Adoquin + 11% de C.G.R- M3	911	50.59		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 51.27 kg/cm² a los 14 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm²)

Tabla 76

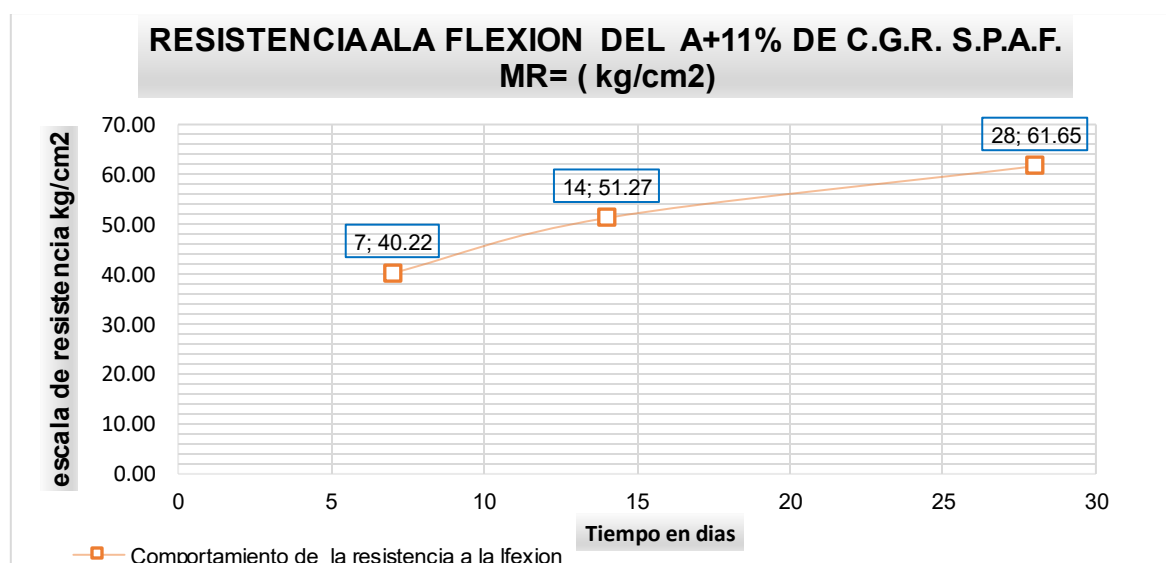
Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 11% de c.g.r en s.p. a.f.

Resistencia a la flexión a los 7 días A+8% c.g.r. como sustituto del a. f				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ² promedio)	Días
Adoquin + 11% de C.G.R- M1	1104.2	61.31		
Adoquin + 11% de C.G.R- M2	1110.2	61.65	61.65	28
Adoquin + 11% de C.G.R- M3	1116.15	61.98		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 61.65 kg/cm² a los 28 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm²)

Figura 22

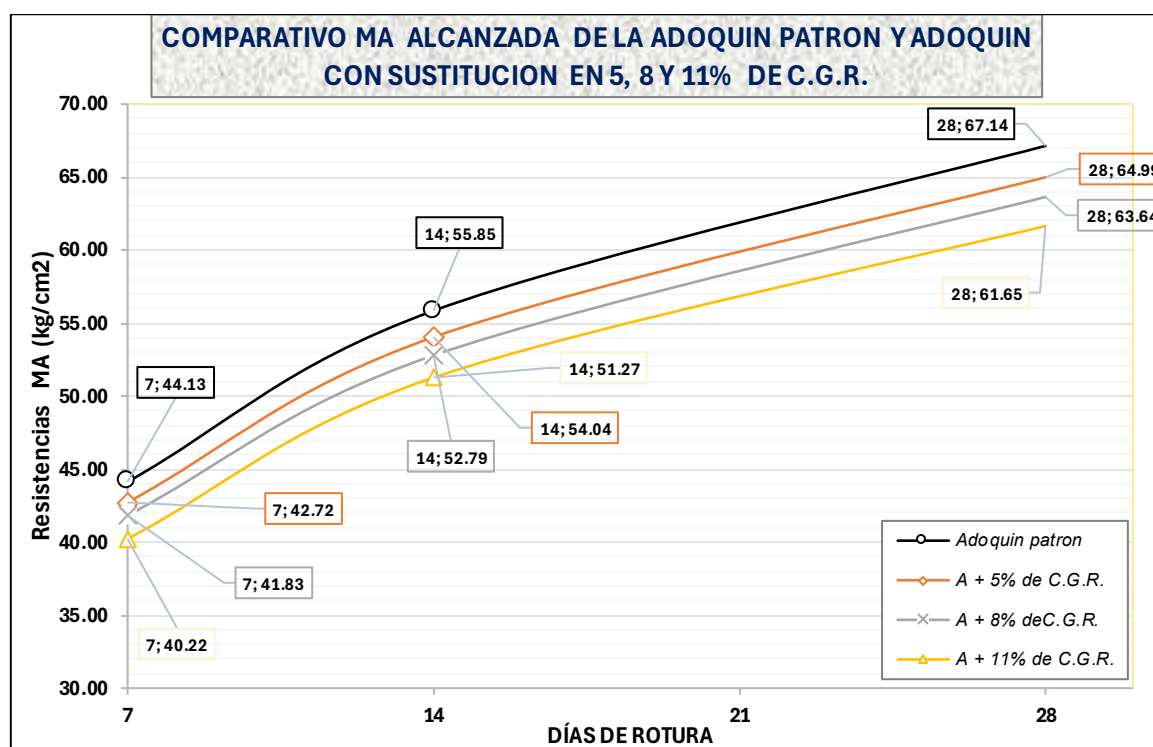
Resistencia a la flexión adoquín más sustitución en 8% por caucho granulado reciclado



La gráfica anterior muestra que la resistencia a la flexión que presentan las muestras con adición de C.G.R en porcentaje de 11% es superior al mínimo en sus 28 días

Figura 23

Resistencia al a flexión Adoquin patrón y A más 5,8 y 11 % c.g.r. a los 7,14 y 28 días



La grafica expresa un comparativo de las resistencias alcanzadas de flexion con los diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado muestran que a medida que se incrementa el % de sustitución esta propiedad tiende a bajar incidiendo negativamente.

b.2) Resistencia ala flexión en los periodos de 7.14. y 28 días del A.P. más 5, 8, y 11

% de tubería reciclada: Se presenta a continuación en orden secuencial las resistencias alcanzadas en los periodos citados

b.2.1 Resistencia ala flexion en los periodos de 7 ,14 y 28 días de A + 5% de desecho

de tubería como sustituto del a.f: Se presenta a continuación los resultados obtenidos bajo la síntesis de A+5% de d.t.

Tabla 77*Resistencia a la flexión a los 7 días adoquín más 5% de d.t. en s.p.a.f.*

Resistencia a la flexión a los 7 días A+5% d.t. en s.p.a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ² promedio)	Días
Adoquin + 5% de D.T.- M1	811	45.07		
Adoquin + 5% de D.T.- M2	815	45.3	45.24	7
Adoquin + 5% de D.T.- M3	816	45.36		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 45.24. kg/cm² a los 7 días valor que es menor al mínimo (45kg/cm²)

Tabla 78*Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 5% de d.t. en s.p.a.f.*

Resistencia a la flexión a los 14 días A+5% d.t. en s.p.a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ² promedio)	Días
Adoquin + 5% de D.T.- M1	1031.18	57.3		
Adoquin + 5% de D.T.- M2	1037	57.64	57.58	14
Adoquin + 5% de D.T.- M3	1040	57.81		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 57.58. kg/cm² a los 7 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm²)

Tabla 79

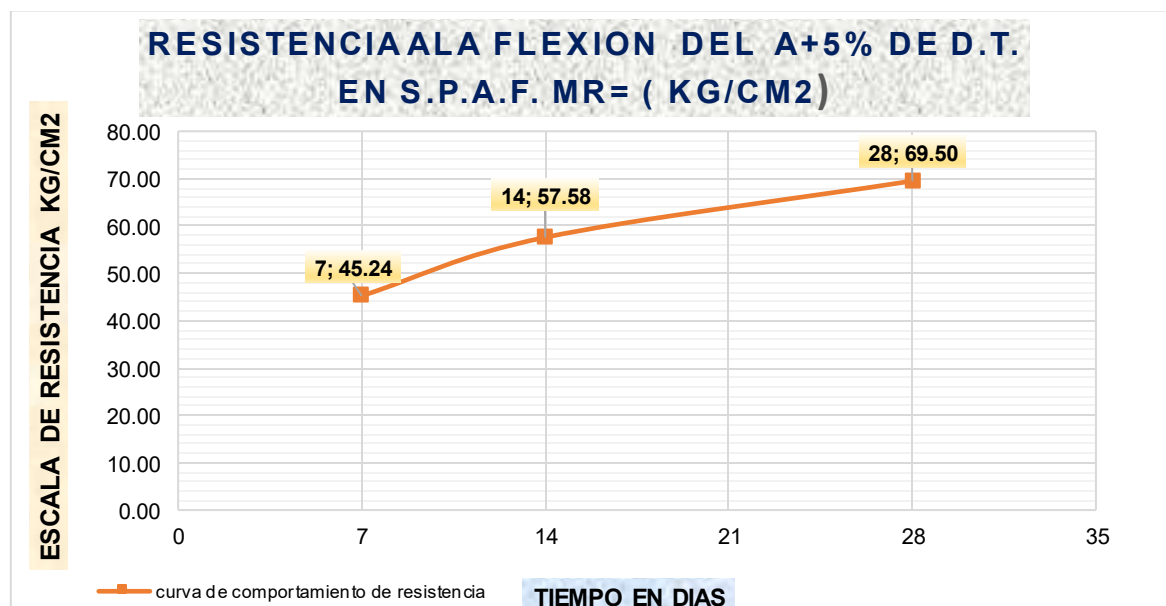
Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 5% de d.t. en s.p.a.f

Resistencia a la flexión a los 28 días A+5% d.t. en s.p.a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ²) promedio	Días
Adoquín + 5% de D.T.- M1	1245.1	69.19		
Adoquín + 5% de D.T.- M2	1251.08	69.54	69.50	28
Adoquín + 5% de D.T.- M3	1255	69.76		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 69.50. kg/cm² a los 7 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm²)

Figura 24

Resistencia a la flexión de A+5% d.t. a los 7,14 y 28 días



La grafica anterior muestra que la resistencia al flexion que presentan las muestras con sustitución con D.T. en porcentaje de 5% es superior al mínimo en sus 28 días

b.2.2 Resistencia ala flexion en los periodos de 7 ,14 y 28 dias: A + 8% de desecho de tubería – aplicación en sustitución: Se presenta a continuación los resultados obtenidos bajo la síntesis de A+8% d.t. (empleo en sustitución)

Tabla 80

Resistencia a la flexión a los 7 días adoquín más 8% de d.t. en s.p.a.f.

Resistencia a la flexión a los 7 días A+8% d.t. como sustituto del a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm2)	Mr (kg/cm2 promedio)	Días
Adoquin + 8% de D.T.- M1	809	44.94		
Adoquin + 8% de D.T.- M2	811	45.17	45.13	7
Adoquin + 8% de D.T.- M3	813	45.28		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 45.13. kg/cm2 a los 7 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm2)

Tabla 81

Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 8% de d.t. en s.p.a.f.

Resistencia a la flexión a los 14 días A+8% d.t. como sustituto del a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm2)	Mr (kg/cm2 promedio)	Días
Adoquin + 8% de D.T. - M1	1023.18	56.84		
Adoquin + 8% de D.T. - M2	1031.00	57.42	57.17	14
Adoquin + 8% de D.T. - M3	1028.00	57.25		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 57.17. kg/cm2 a los 14 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm2)

Tabla 82

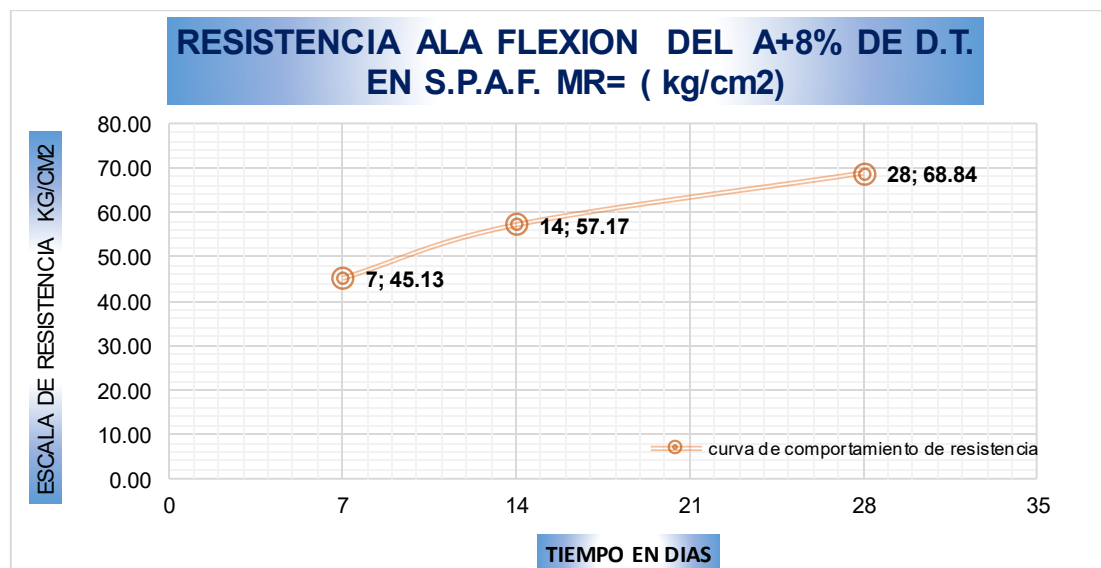
Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 8% de d.t. en s.p.a.f

Resistencia a la flexión a los 28 días A+8% d.t. como sustituto del a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ²) promedio	Días
Adoquin + 8% de D.T.- M1	1235.10	68.62		
Adoquin + 8% de D.T.- M2	1241.08	69.12	68.84	28
Adoquin + 8% de D.T.- M3	1235.00	68.78		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 68.84. kg/cm² a los 28 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm²)

Figura 25

Resistencia a la flexión de A+8% t.r. a los 7,14 y 28 días



La grafica anterior muestra que la resistencia al flexion que presentan las muestras con sustitución del a, f por d.t. en porcentaje de 8% es superior al mínimo en sus 28 días

b.2.3 Resistencia ala flexion en los periodos de 7 ,14 y 28 dias: A más 11% de desecho de tubería en sustitucion del a.f: Se presenta a continuación los resultados obtenidos bajo la síntesis de A+11% de d.t

Tabla 83

Resistencia a la flexión a los 7 días adoquín más 11% de d.t. en s.p a.f.

Resistencia a la flexión a los 7 días A+11% d.t. como sustituto del a. f				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm2)	Mr (kg/cm2) promedio	Días
Adoquin + 11% de D.T.- M1	782	43.51	44.32	7
Adoquin + 11% de D.T.- M2	811	45.12		
Adoquin + 11% de D.T.- M3	798	44.33		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 44.32. kg/cm2 a los 7 días valor que es menor al mínimo (45kg/cm2)

Tabla 84

Resistencia a la flexión a los 14 días adoquín más 11% de d.t. en s.p a.

Resistencia a la flexión a los 14 días A+11% d.t. como sustituto del a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm2)	Mr (kg/cm2) promedio	Días
Adoquin + 11% de D.T.- M1	1003.18	55.82	56.06	14
Adoquin + 11% de D.T.- M2	1011	56.25		
Adoquin + 11% de D.T.- M2	1010	56.11		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 56.06. kg/cm2 a los 14 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm2)

Tabla 85

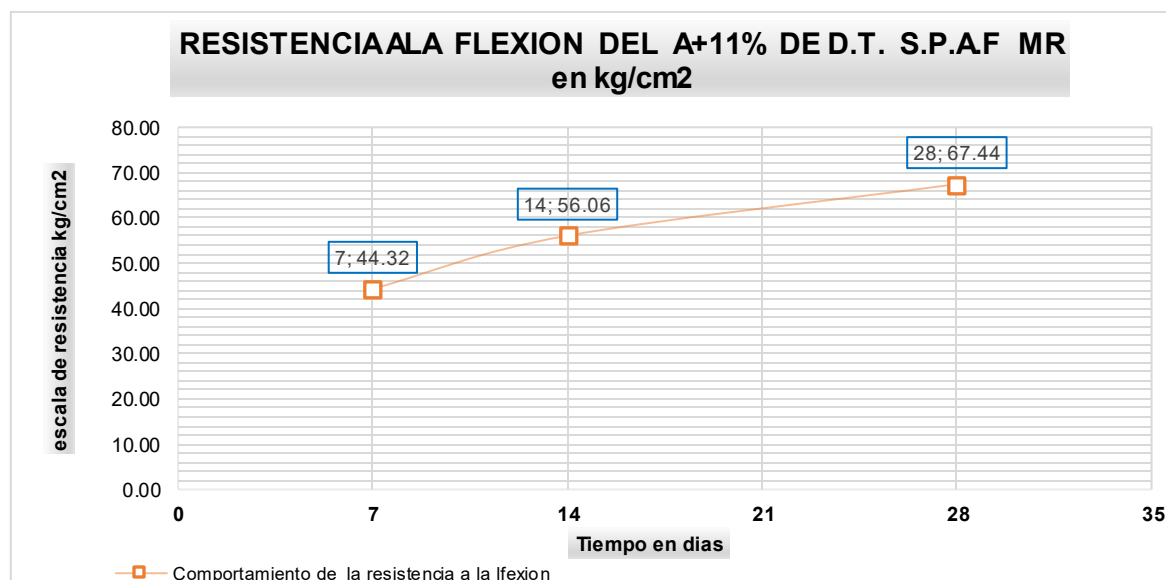
Resistencia a la flexión a los 28 días adoquín más 11% de d.t. en s.p a

Resistencia a la flexión a los 28 días A+11% d.t. como sustituto del a.f.				
Muestra	lectura dial (kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ²) promedio	Días
Adoquin + 11% de D.T.- M1	1209.1	67.27		
Adoquin + 11% de D.T.- M2	1214.08	67.45	67.44	28
Adoquin + 11% de D.T.- M2	1215	67.6		

La tabla antecesora expresa el valor obtenido de la propiedad de mr. según muestreo de 3 unidades cuyo valor promedio es de 67.44. kg/cm² a los 28 días valor que es mayor al mínimo (45kg/cm²)

Figura 26

Resistencia a la flexión de A+11% t.r. a los 7, 14 y 28 días



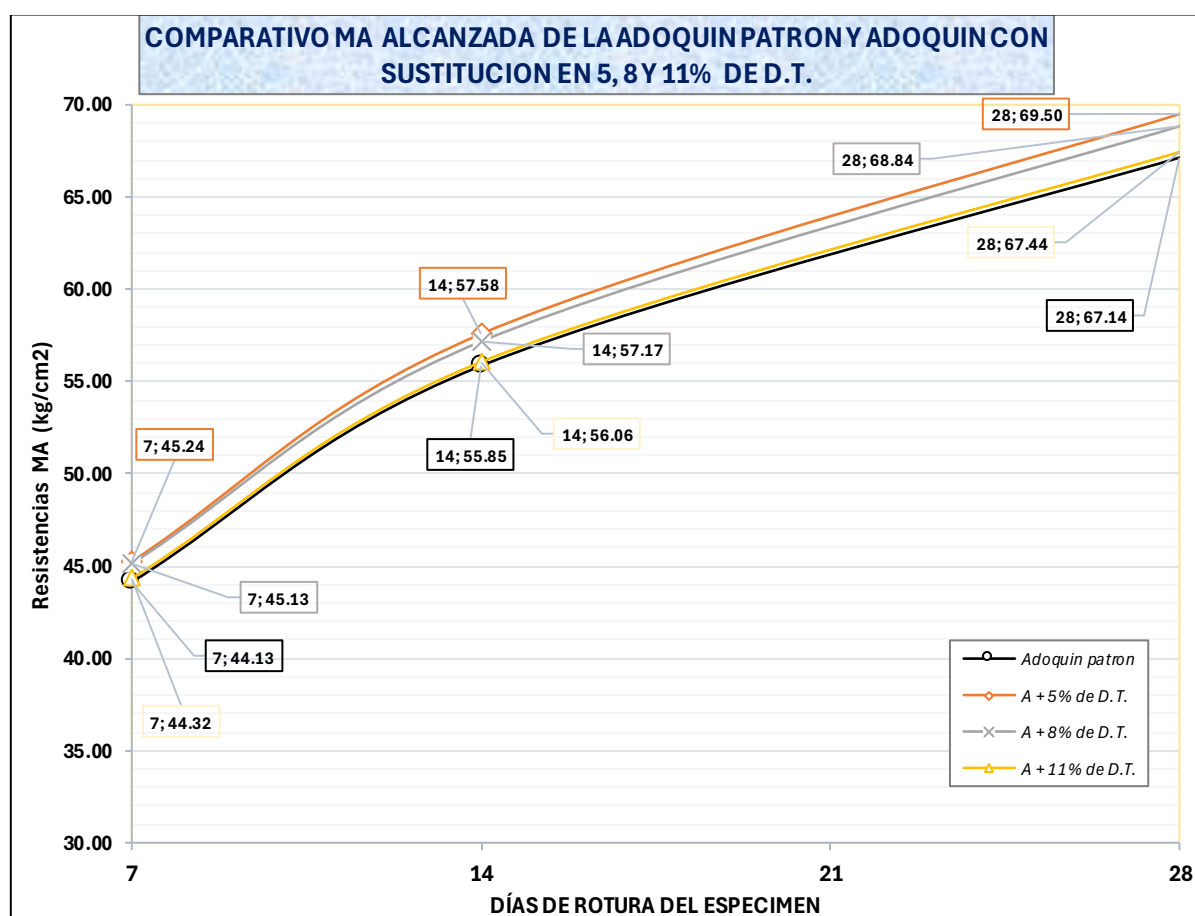
La grafica anterior muestra que la resistencia al flexion que presentan las muestras con la sustitucion parcial de a.f. por d.t. en porcentaje de 11% es superior al mínimo en sus 28 días

b.2.4 Resistencia ala flexion en los periodos de 7 ,14 y 28 dias: Adoquin patrón más

11% de desecho de tubería: Se presentan los siguiente grafica comparativo resumen la cual muestra la resistencia a la flexión alcanzada con la dosificación de 5.8.11 % de desechos de tuberías. Como elemento en sustitución del agregado fino

Figura 27

Comparativo a la flexión de la Adoquin patrón y A+5,8 y 11 % d.t. alos 7,14 y 28 días

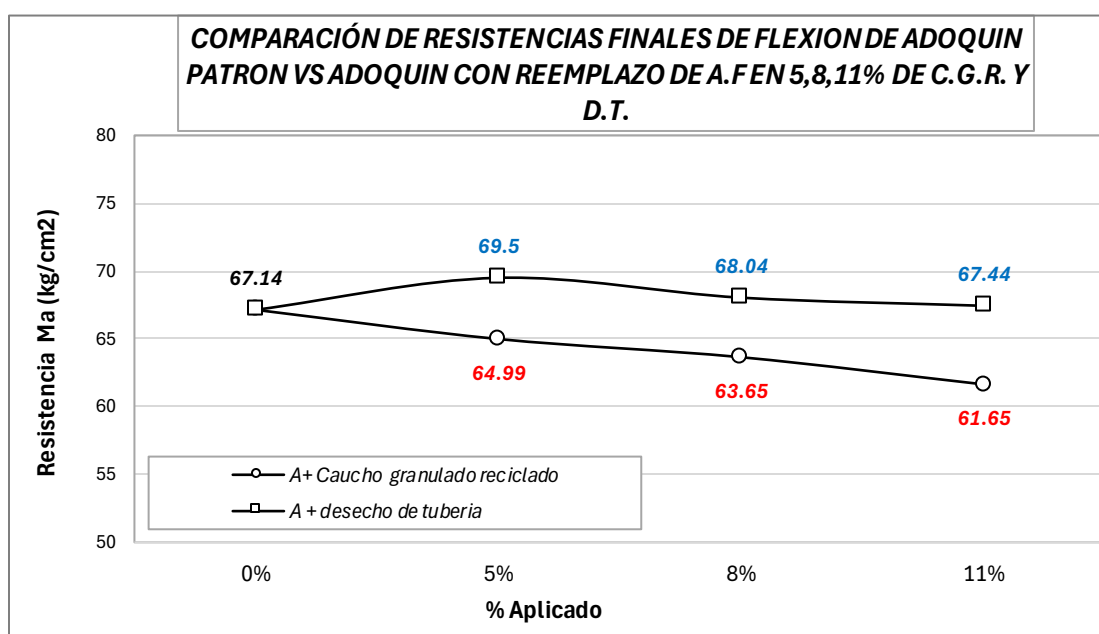


La grafica expresa un comparativo de las resistencias alcanzadas de flexión con los diferentes porcentajes de desechos de tuberías muestran que a medida que se incrementa el % como sustituyo parcial del agregado fino esta propiedad tiende a bajar, pero los valores siguen siendo superiores a los que presentan la muestra patrón, es decir entonces que la Mu tiende a incrementarse, pero a medida que se incrementa el porcentaje esta tiende a bajar

C. Comparativo de Resistencia ala flexión alcanzadas muestra base y las muestras con sustitucion en 5, 8, 11% de caucho reciclado y desechos de tuberías: Se presentan los siguiente grafica comparativa resumen la cual muestra las resistencia al flexión alcanzada con los elementos citados empleados como sustitucion parcial del agregado fino

Figura 28

Comparativo de resistencias ala flexión adquiridas a los 28 dias del adoquín patrón vs adoquin con 5,8,11% de caucho reciclado granulado y tubería reciclada



La grafica precedente refleja en síntesis la influencia del caucho granulado reciclado y de desechos de tuberías como sustituto parcial del agregado fino, sobre la propiedad de flexion de la muestra patron siendo esta que para el primer caso influye negativamente reduciendo este valor, mientras que con la segunda incrementa el valor inicial lo cual es favorable

4.2 Discusión de Resultados

➤ En lo que concierne a las características físicas y mecánicas del adoquín producido con materiales provenientes de la provincia de Puno este presenta primeramente un porcentaje de absorción de 5.19 % siendo valor dentro de lo permisible según normativa, así mismo en cuanto al alabeo presenta un promedio 1.41 mm lo cual indica que está dentro de lo permisible, en cuanto al variación dimensional presenta variación en sus tres componentes geométricos pero cuyo valores están dentro de lo permisible. En cuanto al aspecto de las propiedades mecánicas primeramente la muestra alcanzando una resistencia a los 28 días de 326.45 kg/cm² la cual es superior a la resistencia de diseño teórica, mientras que en el aspecto de la resistencia a la flexión esta presenta un valor de $\mu = 67.14$ kg/cm² superior al mínimo requerido. Entonces se puede apreciar que las cualidades tanto de índole físico y mecánico se encuentran dentro de los valores permisibles según normativa. Al comparar los resultados obtenidos citados con los resultados obtenidos por Apaza (2024). En cuanto a la absorción de 2.18%, variabilidad dimensional de 0.28% 0.29% y 0.10% en las dimensiones de alto, ancho y largo, finalmente el alabeo presenta un valor de 1.19 mm. Los alcanzados en la presente son superiores, en lo que a la resistencia a la compresión Canales & Mamani (2021) su unidad muestral presenta una resistencia de 342.00 kg/cm² siendo superior a la presentada, mientras que presenta una resistencia a la tracción de 33 kg/cm² en este caso esta es inferior a la obtenida en la presente.

➤ En cuanto al segundo objetivo el cual está enmarcado en como la dosificación de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías influyen sobre las propiedades físicas del adoquín de concreto base esta es variable siendo que para la propiedad de absorción con la sustitución de 5, 8 y 11 % de c.g.r., la absorción tiende a subir a medida que se incrementa el % de sustitución de c.r.g., mientras que con el empleo de desechos de tubería (como sustituto parcial del agregado fino) está tiende a bajar lo cual es un

indicativo que la incidencia se da directamente proporcional al porcentaje empleado en sustitución, en lo que a la propiedad de alabeo se refiere en ambos casos esta propiedad tiende a subir. En cuanto a la propiedad de variación dimensional la influencia es notoria primeramente con la adición de caucho las dimensiones tienden a reducirse notoriamente tomando como base que las dimensiones base fueron 20x10x6 cm, mientras que con el empleo de desechos de tubería (como sustituto parcial del agregado fino) está tendiendo a subir en sus dimensiones, pero ligeramente. Los resultados al ser comparados con los obtenidos por Aparicio (2022). El adoquín de concreto con adición de policloruro de vinilo (PVC) con porcentajes de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% presenta en la tolerancia dimensional máxima si cumple de acuerdo a la normativa. Por otra parte, en las propiedades físicas: absorción, contenido de humedad y peso unitario son aceptables

➤ En cuanto al tercer objetivo la influencia que tiene el empleo de c.g.r. y d.t. en porcentajes de 5, 8 y 11 % respectivamente es variable, es decir primeramente con el empleo en sustitución del c.g.r. en porcentaje de 5%, la resistencia a la compresión tiende a incrementarse en un 1.02% mientras que con el empleo de 8 y 11% la influencia es negativa reduciéndose en un 2.77% y 7.86 %. Mientras que con el empleo en sustitución de desechos de tubería la influencia es negativa es decir se produce una reducción de la resistencia a la compresión de 0.18%, 1.43%, 2.48% con 5, 8 y 11%. En cuanto a la propiedad de resistencia a la flexión se refiere la influencia es variable primeramente con el empleo de caucho granulado reciclado en sustitución parcial del agregado fino se produce una reducción de 3.02%, 5.18% y 8.17% respectivamente, es decir la influencia es negativa, mientras que con el empleo de desechos de tubería con sustituto del agregado fino según porcentajes de 5, 8 y 11% la influencia es positiva incrementando la resistencia en 3.15%, 1.87% y 0.44% si bien se produce un incremento este va reduciendo a medida que se incrementa el porcentaje de desechos de tubería. Los resultados alcanzados difieren en cierto grado al ser comparados primeramente con Calderón y Castillo (2024). Al aumentar



la proporción de caucho y fibra a un 10% y 15%, se observó una disminución progresiva en la resistencia a la compresión, dando a entender que a mayor cantidad de adición menos resistencia. Para Apaza (2024). Indica que proporciones superiores al 5% inciden directamente en la resistencia a la compresión reduciéndolas para (Quintana, 2025) el empleo de 10 , 20 ,40 y 60% con respecto al volumen que ocupan los agregados la resistencia a la compresión alcanzo 308,32, 278,06, 239,43 y 193,33 kg/cm² estableciendo una reducción lo cual respalda lo citado en la presente que porcentajes mayores al 10% tiende a reducir esta propiedad así mismo en lo que a la propiedad a flexión esta alcanzo valores 109,11, 90,58, 85,68 y 76,83 kg/cm² valores que si bien son superiores a los obtenidos en la presente estos tiende a disminución a medida que se emplea un porcentaje mayor de caucho .

CONCLUSIONES

General. La influencia de la aplicación de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías en porcentajes diversos de 5,8,11% sobre las propiedades de adoquines de concreto es variable siendo favorable produciendo incremento y descenso en las propiedades de absorción, incrementos bajos del alabeo y variación dimensional, en cuanto a la resistencia a la compresión ambos materiales en sustitución inciden de forma negativa reduciendo esta capacidad a excepción del 5% de caucho que permite un incremento suave de la misma, en cuanto a la resistencia a la flexión el caucho en los porcentajes descritos influyen de forma negativa reduciendo esta capacidad, mientras que esta propiedad tiende a incrementarse con el empleo de desechos de tubería pero a medida que se sube los porcentajes este tiende a bajar.

Primera. Las características físicas y mecánicas del adoquín producido con materiales provenientes de la provincia de Puno presentan un porcentaje de absorción de 5.19%, así un alabeo promedio de 1.41 mm, variación dimensional en sus tres componentes geométricos de -0.08, -0.006 y 0.33. En cuanto a las propiedades mecánicas el adoquín presenta una resistencia a los 28 días de 326.45 kg/cm² la cual es superior a la resistencia de diseño teórica (320kg/cm²), mientras que la resistencia a la flexión presenta un valor de $\mu = 67.14$ kg/cm² superior al mínimo requerido. En todos los casos los valores se encuentran dentro de los permisibles.

Segunda. La influencia del caucho granulado reciclado y desecho de tuberías en porcentajes diversos sobre las propiedades físicas del adoquín de concreto es variable, como sustituto parcial del agregado fino incide en un incremento en la absorción con dosis de 5.8 y 11 % de caucho granulado reciclado de 5.19 %, 10.04% y 22.92% mientras que con el empleo de desechos de tubería como sustituto del agregado fino se produce una reducción de esta en 4.23%, 5.20% y 14.45%. En lo que a la propiedad de alabeo se refiere

en ambos casos esta propiedad tiende a subir. En cuanto a la propiedad de variación dimensional la influencia es notoria primeramente con el empleo de caucho las dimensiones tienden a reducirse notoriamente por debajo de las dimensiones base, mientras que con el empleo de desechos de tubería esta tiende a subir en sus dimensiones, pero ligeramente.

Tercera. La influencia que tiene el empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desecho de tuberías sobre propiedades mecánicas de adoquines de concreto es variable. Con el empleo en sustitución del caucho granulado reciclado en porcentajes de 5%, la resistencia a la compresión tiende a incrementarse en un 1.02% mientras que con porcentajes en sustitución de 8 y 11% la influencia es negativa reduciéndose en un 2.77% y 7.86%, mientras que con el empleo en sustitución de desechos de tubería en 5.8 y 11% la influencia es negativa produciéndose una reducción de 0.18%, 1.43%, 2.48%. En cuanto a la propiedad de resistencia a la flexión la influencia es variable primeramente con el empleo en sustitución de caucho granulado reciclado se produce una reducción de 3.02%, 5.18% y 8.17%, es decir la influencia es negativa, mientras que con el empleo en sustitución de desechos de tubería la influencia es positiva incrementado la resistencia en 3.15%, 1.87% y 0.44% si bien se produce un incremento este va reduciendo a medida que se incrementa el porcentaje de desechos de tubería

RECOMENDACIONES

General. Se recomienda el empleo como sustituto de agregados en dosificaciones superiores e inferiores a las presentadas en el citado trabajo así mismo abarcar el efecto de estos sobre otras propiedades esto con la finalidad de poder ampliar y profundizar la investigación

Primero. Se recomienda desarrollar el diseño de adoquines del tipo y II Y III y evaluar cómo influye el empleo como sustitutos parciales de agregados de los elementos citados sobre las propiedades tales como resistencia a la compresión y flexión

Segundo. Se recomienda evaluar como el empleo en sustitución de los elementos caucho reciclado granulado y desechos de tuberías inciden en otras propiedades durabilidad, desgaste superficial y comportamiento ante ciclos de humedad-secado para evaluar su desempeño a largo plazo. De este modo, se podría validar la viabilidad técnica del material para aplicaciones en pavimentos modulares o elementos expuestos a condiciones ambientales variables, contribuyendo a un enfoque sostenible de reutilización de residuos industriales dentro de la ingeniería del concreto.

Tercero. Se recomienda emplear porcentajes de los elementos mencionados que estén por debajo del 5% y superiores al 20 % y evaluar la incidencia de los mismos sobre el adoquín base esto con la finalidad de poder incrementar más la contribución de información sobre el referente

REFERENCIAS

- Alfonso, B. M, Eusebio, M. O, Carlos, & Flavio, M. O, Juan. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Aparicio Alva, D. J. (2022). Adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo—2021. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/5165>
- Apaza Ticona, J. C. (2024). *Análisis de las propiedades de los bloques de concreto convencional y adicionados con granos de caucho reciclado en la Ciudad de Juliaca*. <https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4096>
- Calderon Medina, E. S, & Castillo Jacinto, A. W. (2024). Influencia del caucho granulado reciclado y fibra Eucalyptus camaldulensis en propiedades físico-mecánicas de adoquines de tránsito liviano, La Esperanza, Trujillo, La Libertad. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/158593>
- Chavez Samame, C. P. (2024). *Influencia del polvo de caucho y plástico reciclado en la mejora de las propiedades físicas – mecánicas de la mezcla de asfalto*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/7738>
- Chinguel Tapia, R, & Flores Rodriguez, J. C. (2019). Adoquín con adición de caucho granulado reciclado para lograr un adecuado comportamiento al esfuerzo de compresión; Moyobamba, 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48462>
- Gómez, M. M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Editorial Brujas.



- González, H. D. L. (2022). *Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto*. Ecoe Ediciones.
- Goyal, H, Kumar, R, & Mondal, P. (2023). Life cycle analysis of paver block production using waste plastics: Comparative assessment with concrete paver blocks. *Journal of Cleaner Production*, 402, 136857. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136857>
- Guadalupe, G. D, & Concepción, G. D. (2020). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Harinder, D, Srujana, M, Jai Charan Reddy, Y, Akshay Goud, D. R, & Sai Priya, K. (2024). Comprehensive Review on Utilization of Construction Demolished Waste and Crumb Rubber for Sustainable Pavement Construction. *Journal of Physics: Conference Series*, 2779(1), 012023. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2779/1/012023>
- Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Noveduc.
- Indraratna, B, Qi, Y, Jayasuriya, C, Rujikiatkamjorn, C, & Arachchige, C. M. K. (2021). Use of recycled rubber inclusions with granular waste for enhanced track performance. *Transportation Engineering*, 6, 100093. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2021.100093>
- Karimi, H. R, Aliha, M. R. M, Ebneabbasi, P, Salehi, S. M, Khedri, E, & Haghighatpour, P. J. (2023). Mode I and mode II fracture toughness and fracture energy of cement concrete containing different percentages of course and fine recycled tire rubber granules. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 123, 103722. <https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2022.103722>
- Mackliff Jaya, D. I. (2025). *Prototipo pulverizador de caucho reciclado para elaborar hormigón sostenible en talleres UPSE provincia de Santa Elena, Ecuador*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/14015>



- Mohamad, H. M, Bolong, N, Saad, I, Gungat, L, Ibrahim, M, Tioon, J, Pileh, R, Delton, M, & Sikun, L. (2023). Development of concrete eco-paving blocks using crumb rubber granules and Eco-Processed Pozzolan. *Transactions on Science and Technology*, 10(2-2), 71-79. <https://eprints.ums.edu.my/id/eprint/40890/>
- Mohamad, H. M, Bolong, N, Saad, I, Gungat, L, Tioon, J, Pileh, R, & Delton, M. (2022). MANUFACTURE OF CONCRETE PAVER BLOCK USING WASTE MATERIALS AND BY-PRODUCTS: A REVIEW. *GEOMATE Journal*, 22(93), 9-19. <https://geomatejournal.com/geomate/article/view/3420>
- Narvaéz, C, & Armando, Y. (2024). *Fabricación de placas para la construcción de casas prefabricadas a base de caucho triturado proveniente de llantas recicladas*. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/62626>
- Paitán, H. Ñ. (2014). *Metodología de la investigación: Cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones De La U Ltda.
- Reyes, E. (2022). *Metodologia de la Investigacion Cientifica*. Page Publishing Inc.
- Rodríguez Lozada, D, & Javela Herrera, J. A. (2022). *Valoración de resistividad superficial, durabilidad al ataque de sulfatos, permeabilidad y humedad del concreto endurecido adicionado con caucho reciclado de llanta*. <http://hdl.handle.net/11349/29469>
- Sampieri, R. H. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGraw-Hill Education.
- Sangeetha, S. P, Nair, V. M, Suriya, Pa, Divahar, R, & Aravind Raj, P. S. (2024). Flexural Behaviour of Concrete Beams Embedded with PVC Pipe Sandwiched with Waste Crumbed Rubber. En M. Sumesh, J. M. R. S. Tavares, S. C. Vettivel, & M. O. Oliveira (Eds.), *2nd International Conference on Smart Sustainable Materials and*



Technologies (ICSSMT 2023) (pp. 97-107). Springer Nature Switzerland.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-50024-4_10

Suchithra, S, Oviya, S, Raja Rethinam, S, & Monisha, P. (2022). Production of paver block using construction demolition waste and plastic waste – A critical review. *Materials Today: Proceedings*, 65, 1133-1137. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.164>



ANEXOS



Anexo. Matriz de Consistencia

TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cuál es la influencia de la aplicación de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en la provincia de Puno 2025?	Objetivo General: Determinar cómo es la influencia de la aplicación de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en la provincia de Puno 2025	Hipótesis General: La influencia de la aplicación de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en la provincia de Puno 2025 será positiva traduciéndose en una mejora de las mismas	Variable Independiente CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS Dimensión: 5% de CGR y DT 8% de CGR y DT 11% de CGR y DT Variable Dependiente ADOQUINES DE CONCRETO Dimensión: Propiedades físicas Propiedades mecánicas	Fichas y Herramientas de Laboratorio Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.
Problemas Específicos ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas que presenta un adoquín de concreto elaborado con agregados propios de la provincia de Puno ¿Como influye el empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades físicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón? ¿Como influye el empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades mecánicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón?	Objetivos Específicos Determinar las características físicas y mecánicas que presenta un adoquín de concreto elaborado con agregados propios de la provincia de Puno Determinar cómo influye el empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades físicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón Determinar cómo influye el empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado y desechos de tuberías sobre propiedades mecánicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón	Hipótesis Específicas Las características físicas y mecánicas que presenta un adoquín de concreto elaborado con agregados propios de la provincia de Puno. Estarán comprendidas dentro las consideraciones permisibles según normativa siendo esta absorción, alaveo variabilidad dimensional resistencia ala compersión y flexion La influencia del empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre las propiedades físicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón. Será positivo produciendo mejoras sustanciales en las mismas para ambos casos con porcentajes menores al 11%. La influencia del empleo de diferentes porcentajes de caucho granulado reciclado y desechos de tuberías sobre propiedades mecánicas de adoquines de concreto en comparación con una muestra patrón será positiva presentando incrementos sustanciales de las mismas con porcentajes menores al 11%		



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	
		ADOQUIN PATRÓN	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA Nº	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2735	2876	5.18
M-2	2739	2880	5.15
M-3	2741	2885	5.25
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			5.19

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocencio Casquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Sra. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. F. AAS
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	: ADOQUÍN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2720	2869	5.48
M-2	2724	2873	5.47
M-3	2728	2875	5.39
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			5.45

OBSERVACIONES : -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Sra. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECIKLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	
		ADOQUÍN + 8% CAUCHO GRANULADO RECIKLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2714	2861	5.42
M-2	2710	2865	5.72
M-3	2705	2869	6.06
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			5.73

OBSERVACIONES : -

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



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_101
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	: ADOQUÍN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2705	2871	6.14
M-2	2702	2875	6.40
M-3	2699	2877	6.60
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			6.38

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhanater Etrios Incartari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez-Ramos Ingeniero Civil CIP 3086961 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	: ADOQUÍN + 5% DESECHOS DE TUBERÍAS
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2718	2855	5.04
M-2	2722	2857	4.96
M-3	2726	2860	4.92
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			4.97

OBSERVACIONES : -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: ADOQUÍN + 8% DESECHOS DE TUBERIAS
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2712	2838	4.65
M-2	2708	2833	4.62
M-3	2703	2835	4.88
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			4.72

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inacari Coaguila Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 303696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: ADOQUÍN + 11% DESECHOS DE TUBERIAS
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2705	2822	4.33
M-2	2702	2825	4.55
M-3	2699	2819	4.45
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			4.44

OBSERVACIONES :-

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jorge Carlos Inocencio Coaguila Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 303696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ADOQUÍN PATRÓN	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
ADOQUÍN PATRÓN	1.36	1.92	1.33	1.72
ADOQUÍN PATRÓN	1.16	1.57	1.21	1.17
ADOQUÍN PATRÓN	1.48	1.25	1.30	1.46
PROMEDIO (mm)	1.33	1.58	1.28	1.45
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)			1.31	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)			1.52	
ALABEO PROMEDIO (mm)			1.41	

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR: Jonathan Carlos Incaozzi Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC TÉCNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC ESPECIALISTA	APROBADO POR: UNIDAD DE CONTROL
---	---	--



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: A.+5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	1.57	1.36	1.27	1.62
ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	1.32	1.58	1.73	2.08
ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	1.31	1.43	1.41	1.61
PROMEDIO (mm)	1.40	1.46	1.47	1.77
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.44			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.61			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.52			

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: A.+8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	1.46	1.95	1.32	1.63
ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	1.42	1.43	1.31	1.81
ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	1.44	1.71	1.25	1.33
PROMEDIO (mm)	1.44	1.70	1.29	1.59
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)			1.37	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)			1.64	
ALABEO PROMEDIO (mm)			1.51	

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: A.+11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	1.56	1.97	1.42	1.21
ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	1.42	1.84	1.36	1.64
ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	1.74	1.83	1.47	1.25
PROMEDIO (mm)	1.57	1.88	1.42	1.37
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.50			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.62			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.56			

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: A. + 5% DESECHOS DE TUBERIA
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIA	1.59	1.39	1.30	1.66
ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIA	1.33	1.52	1.75	2.10
ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIA	1.35	1.46	1.45	1.65
PROMEDIO (mm)	1.42	1.46	1.50	1.80
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.46			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.63			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.55			

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: A. + 8% DESECHOS DE TUBERIA
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERIA	1.46	1.99	1.37	1.66
ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERIA	1.48	1.46	1.35	1.85
ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERIA	1.49	1.75	1.28	1.36
PROMEDIO (mm)	1.48	1.73	1.33	1.62
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.41			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.68			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.54			

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	: A. + 11% DESECHOS DE TUBERIA
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIA	1.51	1.93	1.44	1.23
ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIA	1.44	1.82	1.39	1.66
ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIA	1.76	1.85	1.41	1.21
PROMEDIO (mm)	1.57	1.87	1.41	1.37
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.49			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.62			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.55			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhanatari Carlos Incajari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)	Código: FRM_GR_EM_401 Versión: V.01 Aprobado: GG_GR Página: 1 de 7
SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO : 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025	MUESTREADO POR : E. Q. P.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR : J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL ADOQUIN PATRÓN
		FECHA EXPEDICIÓN : 29/12/2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOQUIN PATRÓN	Largo	20.01	20.02	20.02	20.01	20.02	20.02	-0.08
	Ancho	10.00	10.01	10.02	10.00	10.00	10.01	-0.06
	Altura	6.02	6.01	6.00	6.00	6.01	6.01	-0.13
ADOQUIN PATRÓN	Largo	20.01	20.02	20.02	20.01	20.02	20.02	-0.08
	Ancho	9.99	10.00	10.01	10.00	10.02	10.00	-0.04
	Altura	6.02	5.99	6.00	6.01	6.02	6.01	-0.13
ADOQUIN PATRÓN	Largo	20.00	20.02	20.02	20.01	20.02	20.01	-0.07
	Ancho	10.00	10.01	10.02	10.01	10.00	10.01	-0.08
	Altura	6.02	5.99	6.00	6.01	6.00	6.00	-0.07

199.8999

20

200.1

10

120.4602

NOTA :

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

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

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



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)	Código: FRM_GR_EM_401 Versión: V.01 Aprobado: GG_GR Página: 2 de 7
----------------------	--	---

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: A + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 25/12/2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
A + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	Largo	20.00	20.00	20.01	20.01	20.00	20.00	-0.02
	Ancho	10.00	10.01	10.00	10.01	10.01	10.01	-0.06
	Altura	6.00	6.01	6.00	6.00	6.01	6.00	-0.07
A + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	Largo	20.01	20.00	20.00	20.01	20.00	20.00	-0.02
	Ancho	10.00	10.01	10.02	10.00	10.00	10.01	-0.06
	Altura	6.01	6.00	6.01	6.01	6.00	6.01	-0.10
A + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	Largo	20.00	20.01	20.00	20.02	20.00	20.01	-0.03
	Ancho	10.01	10.00	10.02	10.01	10.00	10.01	-0.07
	Altura	6.00	6.01	6.00	6.01	6.00	6.00	-0.07

NOTA:

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

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

10.005

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)

Código: FRM_GR_EM_401
Versión: V.01
Aprobado: GG_GR
Página: 3 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: A. + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
A. + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	Largo	19.99	20.00	19.99	19.98	20.00	19.99	0.04
	Ancho	9.99	10.00	9.99	9.99	10.00	9.99	0.06
	Altura	5.99	5.99	6.00	5.99	5.98	5.99	0.17
A. + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	Largo	19.99	19.98	19.99	19.98	20.00	19.99	0.06
	Ancho	9.99	9.99	9.98	10.00	9.98	9.99	0.12
	Altura	5.99	5.98	6.00	6.00	6.00	5.99	0.13
A. + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	Largo	19.99	20.00	19.99	19.98	20.00	19.99	0.04
	Ancho	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00
	Altura	5.99	5.99	6.00	6.00	6.00	6.00	0.07

NOTA:

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incaucari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)

Código: FRM_GR_EM_401
Versión: V.01
Aprobado: GG_GR
Página: 4 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISEP PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: A. + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
A. + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	Largo	19.99	19.99	20.00	19.98	19.99	19.99	0.05
	Ancho	9.99	10.00	9.99	9.99	10.00	9.99	0.06
	Altura	5.99	5.99	6.00	5.99	5.98	5.99	0.17
A. + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	Largo	19.99	19.98	19.99	19.98	20.00	19.99	0.06
	Ancho	9.99	9.99	9.98	9.99	9.98	9.99	0.14
	Altura	5.99	5.99	6.00	6.00	6.00	5.99	0.13
A. + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	Largo	19.99	19.99	20.00	19.98	19.00	19.79	1.04
	Ancho	9.99	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	0.02
	Altura	5.99	5.99	6.00	6.00	6.00	6.00	0.07

199.7001 199.900

NOTA:

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Indacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_401
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		A. + 5% DESECHOS DE TUBERIA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
A + 5% DESECHOS DE TUBERIA	Largo	20.00	20.00	20.03	20.01	20.03	20.01	-0.07
	Ancho	10.01	10.01	10.01	10.1	10.02	10.03	-0.30
	Altura	8.00	8.01	8.01	8.01	8.00	8.01	-0.10
A + 5% DESECHOS DE TUBERIA	Largo	20.01	20.00	20.03	20.00	20.03	20.01	-0.07
	Ancho	10.01	10.01	10.01	10.1	10.02	10.03	-0.30
	Altura	8.00	8.01	8.01	8.01	8.00	8.01	-0.10
A + 5% DESECHOS DE TUBERIA	Largo	20.00	20.00	20.03	19.99	20.03	20.01	-0.06
	Ancho	10.01	10.01	10.01	10.1	10.02	10.03	-0.30
	Altura	8.00	8.01	8.01	8.01	8.00	8.01	-0.10

NOTA:

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 8 cm

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

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)		Código	FRM_GR_EM_401
				Versión	V.01
				Aprobado	GG_GR
				Página	6 de 7
SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO			FECHA MUESTREO	: 15/12/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025			MUESTREADO POR	: E. Q. P.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS			ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
				TIPO DE MATERIAL	: A + 8% DESECHOS DE TUBERIA
				FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
A + 8% DESECHOS DE TUBERIA	Largo	20.00	20.01	20.03	19.99	20.03	20.01	-0.06
	Ancho	10.01	10.01	10.01	10.02	10.02	10.01	-0.14
	Altura	6.00	6.01	6.01	6.01	6.00	6.01	-0.10
A + 8% DESECHOS DE TUBERIA	Largo	20.00	20.00	20.03	19.99	20.02	20.01	-0.04
	Ancho	10.00	10.01	10.01	10.1	10.02	10.03	-0.28
	Altura	6.00	6.01	6.01	6.01	6.00	6.01	-0.10
A + 8% DESECHOS DE TUBERIA	Largo	20.00	20.00	20.03	19.99	20.03	20.01	-0.05
	Ancho	10.01	10.01	10.01	10.1	10.02	10.03	-0.30
	Altura	6.00	6.02	6.02	6.01	6.00	6.01	-0.17

NOTA:

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

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

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)	Código: FRM_GR_EM_401 Versión: V.01 Aprobado: GG_GR Página: 7 de 7
SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025	MUESTREADO POR
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR
		TIPO DE MATERIAL
		A + 11% DESECHOS DE TUBERIA
		FECHA EXPEDICIÓN

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
A + 11% DESECHOS DE TUBERIA	Largo	20.00	20.01	20.03	19.99	20.03	20.01	-0.06
	Ancho	10.01	10.01	10.01	10.1	10.02	10.03	-0.30
	Altura	6.01	6.01	6.01	6.01	6.00	6.01	-0.13
A + 11% DESECHOS DE TUBERIA	Largo	20.00	20.00	20.02	20.03	20.03	20.02	-0.08
	Ancho	10.01	10.01	10	10.1	10.02	10.03	-0.28
	Altura	6.01	6.01	6.01	6.01	6.00	6.01	-0.13
A + 11% DESECHOS DE TUBERIA	Largo	20.00	20.00	20.03	19.99	20.03	20.01	-0.06
	Ancho	10.01	10.01	10.01	10.1	10.02	10.03	-0.30
	Altura	6.00	5.99	6.01	6.01	6.00	5.99	0.17

NOTA :

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 20 cm

Ancho : 10 cm

Altura : 6 cm

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

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



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

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

SOLICITANTE: Sra. EULALIA QUISE PARILLO	FECHA MUESTREO: 17/11/2025
PROYECTO: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR: E. Q. P.
UBICACIÓN: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR: J. C. I. C.
	TIPO DE MATERIAL: ADOQUÍN PATRÓN
	FECHA EXPEDICIÓN: 29/12/2025

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUÍN PATRÓN	41702	15.00	200.15	208.35	320	17/11/2025	24/11/2025	7	65.11
2	ADOQUÍN PATRÓN	42123	15.00	200.20	210.40	320	17/11/2025	24/11/2025	7	65.75
3	ADOQUÍN PATRÓN	41987	15.00	200.20	209.73	320	17/11/2025	24/11/2025	7	65.54
Promedio De Rotura					209.49					#DIV/0!

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUÍN PATRÓN	54656	15.00	200.15	273.08	320	17/11/2025	01/12/2025	14	85.34
2	ADOQUÍN PATRÓN	55145	15.00	200.20	275.45	320	17/11/2025	01/12/2025	14	86.08
3	ADOQUÍN PATRÓN	55925	15.00	200.20	279.35	320	17/11/2025	01/12/2025	14	87.30
Promedio De Rotura					275.96					#DIV/0!

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUÍN PATRÓN	64724		200.15	323.38	320	17/11/2025	15/12/2025	28	101.06
2	ADOQUÍN PATRÓN	65321		200.20	326.28	320	17/11/2025	15/12/2025	28	101.96
3	ADOQUÍN PATRÓN	68005		200.20	329.70	320	17/11/2025	15/12/2025	28	103.03
Promedio De Rotura					326.45					#DIV/0!

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

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

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 17/11/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. G.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	: A-5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 28/12/2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	42702	15.00	200.10	213.40	320	17/11/2025	24/11/2025	7	66.69
2	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	42923	15.00	200.10	214.51	320	17/11/2025	24/11/2025	7	67.03
3	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	43004	15.00	200.00	215.02	320	17/11/2025	24/11/2025	7	67.19
4										
5										
Promedio De Rotura					214.31	20.01	#DIV/0!			

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	58656	15.00	200.10	283.14	320	17/11/2025	01/12/2025	14	88.48
2	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	57145	15.00	200.00	285.73	320	17/11/2025	01/12/2025	14	89.29
3	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	56925	15.00	200.10	284.48	320	17/11/2025	01/12/2025	14	88.90
Promedio De Rotura					284.45		#DIV/0!			

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	64914.00	15.00	200.10	324.41	320	17/11/2025	15/12/2025	28	101.38
2	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	66321.00	15.00	200.00	331.61	320	17/11/2025	15/12/2025	28	103.63
3	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	66505	15.00	200.10	332.36	320	17/11/2025	15/12/2025	28	103.66
Promedio De Rotura					329.46		#DIV/0!			

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código: FRM_GH_EH_504
		Versión: V.02
		Aprobado: GG_GH
		Página: 3 de 7

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 17/11/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DISEÑOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. G.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	: A-8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 28/12/2025

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'C Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	41235	15.00	199.98	206.20	320	17/11/2025	24/11/2025	7	64.44
2	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	41723	15.00	199.97	208.65	320	17/11/2025	24/11/2025	7	65.20
3	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	41488	15.00	199.97	207.47	320	17/11/2025	24/11/2025	7	64.83
	Promedio De Rotura				207.44					#1DIV/01

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'C Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	53915	15.00	199.98	269.60	320	17/11/2025	01/12/2025	14	84.25
2	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	54015	15.00	199.97	270.12	320	17/11/2025	01/12/2025	14	84.41
3	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	54625	15.00	199.97	273.17	320	17/11/2025	01/12/2025	14	85.36
	Promedio De Rotura				270.96					#1DIV/01

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'C Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	63725	15.00	199.98	318.66	320	17/11/2025	15/12/2025	28	99.58
2	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	63555	15.00	199.97	317.82	320	17/11/2025	15/12/2025	28	99.32
3	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	63127	15.00	199.97	315.68	320	17/11/2025	15/12/2025	28	98.65
	Promedio De Rotura				317.39					#1DIV/01

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código: FRM_OR_EM_104 Versión: V.02 Aprobado: OG_OR Página: 4 de 7
----------------------	--	---

SOLICITANTE	: Sra. EULALIA GUSPE PABLO	FECHA MUESTREO	: 17/11/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025	MUESTREO POR	: E. Q. P.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: A-11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	ADOQUÍN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	40735	15.00	199.95	203.73	320	17/11/2025	24/11/2025	7	63.66
2	ADOQUÍN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	40823	15.00	199.96	203.16	320	17/11/2025	24/11/2025	7	63.49
3	ADOQUÍN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	40788	15.00	199.95	203.99	320	17/11/2025	24/11/2025	7	63.75
Promedio De Rotura					203.62					#DIV/0!

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	ADOQUÍN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	50815	15.00	199.95	254.14	320	17/11/2025	01/12/2025	14	79.42
2	ADOQUÍN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	51015	15.00	199.96	255.13	320	17/11/2025	01/12/2025	14	79.73
3	ADOQUÍN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	50487	15.00	199.95	252.50	320	17/11/2025	01/12/2025	14	78.91
Promedio De Rotura					253.92					#DIV/0!
					19.99500					

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	ADOQUÍN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	60124	15.00	199.93	300.73	320	17/11/2025	15/12/2025	28	93.98
2	ADOQUÍN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	59897	15.00	199.92	299.60	320	17/11/2025	15/12/2025	28	93.63
3	ADOQUÍN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	60388	15.00	199.93	302.05	320	17/11/2025	15/12/2025	28	94.36
Promedio De Rotura					300.79					#DIV/0!

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR: Jonathan Carlos Incauri Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil ZIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR:
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORRAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascpsac@gmail.com

RUC: 20601877326

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

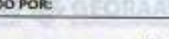
SOLICITANTE	: Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 17/11/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAS	TIPO DE MATERIAL	
		A+6% DESECHOS DE TUBERIAS	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	41682	15.00	200.05	208.36	320	17/11/2025	24/11/2025	7	65.11
2	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	42114	15.00	200.10	210.46	320	17/11/2025	24/11/2025	7	65.77
3	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	41867	15.00	200.10	209.33	320	17/11/2025	24/11/2025	7	65.42
	Promedio De Rotura				209.38	208.41				#J/DIV/01

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	54449	15.00	200.10	272.11	320	17/11/2025	01/12/2025	14	85.03
2	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	55023	15.00	200.05	275.05	320	17/11/2025	01/12/2025	14	85.95
3	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	55608	15.00	200.10	277.90	320	17/11/2025	01/12/2025	14	86.84
	Promedio De Rotura				275.02					

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	64595	15.00	200.10	322.81	320	17/11/2025	15/12/2025	28	100.88
2	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	65190	15.00	200.10	325.79	320	17/11/2025	15/12/2025	28	101.81
3	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	65818	15.00	200.10	328.93	320	17/11/2025	15/12/2025	28	102.79
Promedio De Rotura					325.84					# DIVIDIR

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:  Jonathan Carlos Incaerari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR:  Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR: 
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"



georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Indacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAA S CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAA S CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

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

SOLICITANTE	: Sra. EULALIA GUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 17/11/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025	MUESTREADO POR	: E. Q. P.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: A+11% DESECHOS DE TUBERÍAS
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERÍAS	40685	15.00	200.00	203.43	320	17/11/2025	24/11/2025	7	63.57
2	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERÍAS	40863	15.00	200.02	204.29	320	17/11/2025	24/11/2025	7	63.84
3	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERÍAS	40988	15.00	200.03	204.91	320	17/11/2025	24/11/2025	7	64.03
	Promedio De Rotura				204.21					#DIV/0!

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERÍAS	53533	15.00	200.03	267.62	320	17/11/2025	01/12/2025	14	83.63
2	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERÍAS	53821	15.00	200.02	269.58	320	17/11/2025	01/12/2025	14	84.24
3	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERÍAS	53835	15.00	200.00	269.18	320	17/11/2025	01/12/2025	14	84.12
	Promedio De Rotura				268.79					#DIV/0!

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERÍAS	63104	15.00	200.03	315.47	320	17/11/2025	15/12/2025	28	98.59
2	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERÍAS	63910	15.00	200.03	319.50	320	17/11/2025	15/12/2025	28	99.84
3	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERÍAS	64018	15.00	200.00	320.09	320	17/11/2025	15/12/2025	28	100.03
4										
5										
	Promedio De Rotura				318.35					#DIV/0!

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR: Jonathan Carlos Incajari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308896 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR: V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código Versión Aprobado Página	FRM_OR_EM_104 V.02 00_01 1 de 7
----------------------	---	---	--

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA GUSPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 17/11/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. G. P.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: ADOQUÍN PATRÓN
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUÍN PATRÓN	10.01	6.00	20.00	780	43.30	44.13	17/11/2025	24/11/2025	7
2	ADOQUÍN PATRÓN	10.01	6.00	20.00	810	44.96		17/11/2025	24/11/2025	7
3	ADOQUÍN PATRÓN	10.01	6.00	20.00	795	44.12		17/11/2025	24/11/2025	7
4										
5										

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
2	ADOQUÍN PATRÓN	10.01	6.00	20.00	990.00	54.95	55.85	17/11/2025	01/12/2025	14
2	ADOQUÍN PATRÓN	10.00	6.00	20.01	1001.00	55.64		17/11/2025	01/12/2025	14
3	ADOQUÍN PATRÓN	10.00	6.00	20.01	1025.00	56.97		17/11/2025	01/12/2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	0	10.01	6.00	20.01	1195.10	66.36	67.14	17/11/2025	15/12/2025	28
2	0	10.00	6.00	20.01	1205.20	66.99		17/11/2025	15/12/2025	28
3	0	10.00	6.00	20.00	1225.00	68.06		17/11/2025	15/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código	PRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_OR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	Srta. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	17/11/2025
PROYECTO	TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	E. G. P.
UBICACIÓN	LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	J. G. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	29/12/2025

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	20.01	755	41.97	42.72	17/11/2025	24/11/2025	7
2	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	20.01	783	43.52		17/11/2025	24/11/2025	7
3	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	20.00	768	42.67		17/11/2025	24/11/2025	7
4										
5										

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	20.01	972.00	54.03	54.04	17/11/2025	01/12/2025	14
2	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	20.01	981.00	54.53		17/11/2025	01/12/2025	14
3	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	20.00	964.00	53.56		17/11/2025	01/12/2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	20.01	1177.20	65.43	64.99	17/11/2025	15/12/2025	28
2	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	20.01	1161.20	64.54		17/11/2025	15/12/2025	28
3	ADOQUIN + 5% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	20.00	1170.00	65.00		17/11/2025	15/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

0.50

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



GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código: FRM_OR_Em_104 Versión: V.02 Aprobado: GG_OR Página: 3 de 7
----------------------	---	---

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA GUIPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 17/11/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. G. P.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 25/12/2025

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	752	41.76	41.83	17/11/2025	24/11/2025	7
2	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	763	42.37		17/11/2025	24/11/2025	7
3	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	745	41.37		17/11/2025	24/11/2025	7

19.9960

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	954.00	52.97	52.78	17/11/2025	01/12/2025	14
2	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	947.00	52.58		17/11/2025	01/12/2025	14
3	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	951.00	52.81		17/11/2025	01/12/2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	1138.20	63.20	63.65	17/11/2025	15/12/2025	28
2	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	1151.20	63.92		17/11/2025	15/12/2025	28
3	ADOQUIN + 8% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	1149.15	63.81		17/11/2025	15/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código: FRM_GR_EM_104 Versión: V.02 Aprobado: GG_GR Página: 4 de 7
----------------------	---	---

SOLICITANTE: Sra. EULALIA QUIRPE PARILLO	FECHA MUESTREO: 17/11/2025
PROYECTO: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR: E. Q. P.
UBICACIÓN: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR: J. C. I. C.
	TIPO DE MATERIAL: ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO
	FECHA EXPEDICIÓN: 29/12/2025

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	727	40.37	40.22	17/11/2025	24/11/2025	7
2	ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	731	40.59		17/11/2025	24/11/2025	7
3	ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	715	39.70		17/11/2025	24/11/2025	7
4										
5										

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	931.00	51.70	51.27	17/11/2025	01/12/2025	14
2	ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	928.00	51.53		17/11/2025	01/12/2025	14
3	ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	911.00	50.59		17/11/2025	01/12/2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	1104.20	61.31	61.65	17/11/2025	15/12/2025	28
2	ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	1110.20	61.65		17/11/2025	15/12/2025	28
3	ADOQUIN + 11% CAUCHO GRANULADO RECICLADO	10.00	6.00	19.99	1116.15	61.98		17/11/2025	15/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código: FRM_CR_EM_104 Versión: V.02 Aprobado: GG_GR Página: 5 de 7
----------------------	---	---

SOLICITANTE	: Sra. EULALIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 17/11/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025	MUESTREADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS
		FECHA EXPEDICIÓN	: 29/12/2025

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.005	811	45.07	45.24	17/11/2025	24/11/2025	7
2	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.01	815	45.30		17/11/2025	24/11/2025	7
3	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.01	816	45.36		17/11/2025	24/11/2025	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.005	1031.18	57.30	57.58	17/11/2025	01/12/2025	14
2	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.01	1037.00	57.64		17/11/2025	01/12/2025	14
3	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.01	1040.00	57.81		17/11/2025	01/12/2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.005	1245.10	69.19	69.50	17/11/2025	15/12/2025	28
2	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.01	1251.08	69.54		17/11/2025	15/12/2025	28
3	ADOQUIN + 5% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.01	1255.00	69.76		17/11/2025	15/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código: FRM_01R_RIF_104 Versión: V.02 Aprobado: GG_GR Página: 6 de 7
----------------------	---	---

SOLICITANTE	: Srta. EULALIA GUSPE PARILLO	FECHA MUESTREO	: 17/11/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: E. D. P.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERÍAS
		FECHA EXPEDICIÓN	: 20/12/2025

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERÍAS	10.00	6.00	20.00	809	44.94	45.13	17/11/2025	24/11/2025	7
2	ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERÍAS	10.00	6.00	20.05	811	45.17		17/11/2025	24/11/2025	7
3	ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERÍAS	10.00	6.00	20.05	813	45.26		17/11/2025	24/11/2025	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERÍAS	10.00	6.00	20.00	1023.18	56.84	57.17	17/11/2025	01/12/2025	14
2	ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERÍAS	10.00	6.00	20.05	1031.00	57.42		17/11/2025	01/12/2025	14
3	ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERÍAS	10.00	6.00	20.05	1028.00	57.25		17/11/2025	01/12/2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERÍAS	10.00	6.00	20.00	1235.10	68.62	68.84	17/11/2025	15/12/2025	28
2	ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERÍAS	10.00	6.00	20.05	1241.08	69.12		17/11/2025	15/12/2025	28
3	ADOQUIN + 8% DESECHOS DE TUBERÍAS	10.00	6.00	20.05	1235.00	68.78		17/11/2025	15/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

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



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código: FRM_GR_EM_104 Versión: V.02 Aprobado: GG_GR Página: 7 de 7
-----------------------------	--	---

SOLICITANTE: Sra. EULAJIA QUISPE PARILLO	FECHA MUESTREO: 17/11/2025
PROYECTO: TESIS: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECIKLADO Y DESECHOS DE TUBERIAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR: E. Q. P.
UBICACIÓN: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR: J. C. I. G.
	TIPO DE MATERIAL: ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIAS
	FECHA EXPEDICIÓN: 20/12/2025

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.03	782	43.51	44.32	17/11/2025	24/11/2025	7
2	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.03	811	45.12		17/11/2025	24/11/2025	7
3	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.00	798	44.33		17/11/2025	24/11/2025	7
4										
5										

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
2	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.03	1003.18	55.82	56.06	17/11/2025	01/12/2025	14
2	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.03	1011.00	56.25		17/11/2025	01/12/2025	14
3	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.00	1010.00	56.11		17/11/2025	01/12/2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.03	1209.10	67.27	67.44	17/11/2025	15/12/2025	28
2	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.00	1214.06	67.45		17/11/2025	15/12/2025	28
3	ADOQUIN + 11% DESECHOS DE TUBERIAS	10.00	6.00	20.03	1215.00	67.80		17/11/2025	15/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR: Shapanta Carlos Incauari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 303696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR: UNIDAD DE CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 18-05-2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EULALIA QUISPE PARILLO
Dirección: Jr. ALFONSO UGARTE E-18 CONCORDIA
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 45573304
Teléfono: 901 717 571 email: Lethyev23@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
Asesor: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CAUCHO GRANULADO RECICLADO Y
DESECHOS DE TUBERÍAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES
DE CONCRETO ELABORADOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): CAUCHO-GRANULADO RECICLADO, DESECHOS DE TUBERÍAS, ADOQUINES

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

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

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



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

Firma de Autor

huella digital

Fecha

18-05-2026