



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



**MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE
POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS
DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE
POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS
DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

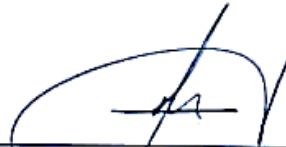
PRESIDENTE

:


Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:


Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"****RESOLUCIÓN DECANAL N° 250-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 17 de junio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 065-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°006-2024 de fecha 03 de mayo de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **MIDWARD BENAVENTE QUISPE**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

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

- | | | |
|----------------------|---|---------------------------------------|
| • Presidente | : | Dr. MILTHON QUISPE HUANCA |
| • 1er Miembro | : | Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA |
| • 2do Miembro | : | Mgtr. ARNALDO YANA TORRES |
| • Asesor | : | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA |

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **MIDWARD BENAVENTE QUISPE**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- | | | |
|----------------|---|--------------------------------------|
| • FECHA | : | miércoles 19 de junio de 2024 |
| • HORA | : | 08:00 |
| • LUGAR | : | Aula 406 FICP |

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.C. April 2024
Interesado:
Escuela ProfesionalUNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASEFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARÍA ACADÉMICA
CIP. 95531

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 006-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 05 de marzo de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 001-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 176-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 408-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el 16 de junio de 2023 y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha 20 de diciembre de 2023 para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MIDWARD BENAVENTE QUISPE**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI.**

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

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

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 469-2023, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI.**

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

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **MIDWARD BENAVENTE QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI.**

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

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531cc
archivo 2024
interesado (s)

**UNIVERSIDAD ANDINA**
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**RESOLUCIÓN DECANAL N° 408 2023-D-FICP-UANCV**

Juliaca 16 de junio del 2023

VISTOS.-

El, Expediente N° 2023-CU-06335 presentando por el (la) bachiller; **MIDWARD BENAVENTE QUISPE** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quien solicita rectificación de **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1572-2022-D-FICP-UANCV** del título del Proyecto de Investigación, del tema titulado: **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, y;

CONSIDERANDO:

Que, en la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1572-2022-D-FICP-UANCV**, el título del Proyecto de Investigación ha sido aprobado de la siguiente manera: **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI**.

Que, conforme a la **RESOLUCIÓN N° 0296-2023-CU-R**, donde indicia en la parte resolutive en vía de regularización y de forma excepcional, el trámite de grados y títulos con observaciones de aspectos formales para la presentación de trabajos de investigación como: "comillas, abreviaturas y siglas", de expedientes sustentados solo hasta el 28 de abril del 2023, por los egresados y bachilleres de pre y posgrado de la Universidad "Andina Néstor Cáceres Velásquez" de JULIACA;

Que, según disposición de la Oficina de Investigación, perteneciente al Vicerrectorado de Investigación de la UANCV; de acuerdo al Reglamento Institucional y reglas de redacción gramatical: los títulos de investigación o tesis; no deberán contener ni llevar **ABREVIATURA, SIGLAS, COMILLAS NI PUNTO AL FINAL DEL TÍTULO**; y,

Estando, en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **RECTIFICACIÓN** del título del Proyecto de Investigación presentado por el (la) bachiller: **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI**, el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- | | | |
|----------------------|---|---------------------------------------|
| • Presidente | : | Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA |
| • 1er Miembro | : | Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA |
| • 2do Miembro | : | Mgtr. ARNALDO YANA TORRES |
| • Asesor (a) | : | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA |

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASMgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 85531cc.
archivo 2023
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1572-2022-D-FICP-UANCV

Juliaca, 19 de diciembre de 2022

VISTOS:

El INFORME N° 745-2022-D-UI-FICP-UANCV, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 0169-2022-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV del responsable del Comité de Investigación, la opinión técnica N° 128-2022-UANCV-FICP-UI-CI-EPIC del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y el ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha 25 de noviembre de 2022, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'C=210$ KG/CM² CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: MIDWARD BENAVENTE QUISPE, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'C=210$ KG/CM² CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil; y.

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

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

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'C=210$ KG/CM² CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI, correspondiente a la línea de investigación: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION; y.

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

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Titulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Titulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, presentado por el (la) Bachiller: MIDWARD BENAVENTE QUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'C=210$ KG/CM² CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como ASESOR DE INVESTIGACIÓN al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47798



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADEMICO
CIP. 95531

cc
archivo 2022.
interesado (a)
Inya



MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MIDWARD BENAVENTE QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	43288711
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-2495-7913
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la construcción – P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Carabaya Distrito: Macusani Localidad: Macusani Latitud: S 14° 04' 09" Longitud: O 70° 25' 52"  https://maps.app.goo.gl/77oVFAfYEQjFUot46
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2022 - junio 2024
URL de disciplinas OCDE	https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.00.00 Ingeniería de la construcción https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.01.00

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CARABAYA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
Dr. Elrain Párrilo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MIDWARD BENAVENTE QUISPE, identificado con DNI

Nro. 43288711, 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:

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON

ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS

DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

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

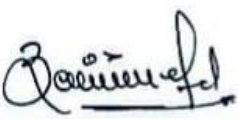
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

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

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

Juliaca 01 de julio del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

Mi eterno agradecimiento a mi madre Ana Rebeca Quispe Vilca por su apoyo inquebrantable a lo largo de mi vida, su apoyo y su esfuerzo constante, enseñándome valores como el sacrificio, la honestidad, la responsabilidad que todo se puede lograr con trabajo y perseverancia y sobre todo a no rendirme nunca y luchar por aquello que soñamos.

A mi padre, Víctor Benavente Benique (†), aunque ya no se encuentra físicamente conmigo, vive siempre en mi corazón a través de sus recuerdos, sus enseñanzas y su amor siguen siendo mi inspiración. Este trabajo es un homenaje a su memoria.

A mi abuelita, Estela Vilca Coaquira (†), quien siempre se alegró en cada paso de superación que realice, aunque ya no estás conmigo, este logro también es para ti, porque fuiste una gran motivación en mi vida.

Y a mi familia, mi hermana Nury, mis tíos, primos por su cariño, apoyo y confianza incondicional, por estar siempre presentes en los momentos más importantes de mi vida y acompañarme en este camino de superación.



AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a mis compañeros de carpeta, por compartir momentos de enseñanza, también a mis amigos que conocí en mis practicas los cuales compartimos experiencias a lo largo del trabajo.

Expreso mi agradecimiento al Ing. del barrio, por su apoyo y sus consejos y sus enseñanzas durante el desarrollo de este trabajo de investigación, así como por su disposición y compromiso en mi formación profesional.

Asimismo, retribuyo a todos los docentes que apoyaron con sus enseñanzas, conocimientos y dedicación a lo largo de mi formación universitaria, ya que gracias a su guía y exigencia académica fue posible alcanzar este logro.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron directa o indirectamente a la culminación de este importante objetivo profesional.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Análisis de la situación problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.4.1 Justificación técnica	4
1.4.2 Justificación económica	5
1.4.3 Justificación social	5
1.4.4 Justificación ambiental.....	5
1.5 Hipótesis de la investigación	6
1.5.1 Hipótesis general.....	6
1.5.2 Hipótesis específicas	6
1.6 Variables.....	6
1.6.1 Variable independiente.....	6
1.6.2 Variable dependiente.....	6
1.7 Operacionalización de variables	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes de la investigación	8
2.1.1 Antecedentes internacionales	8



2.1.2	Antecedentes nacionales	10
2.1.3	Antecedentes regionales.....	12
2.2	Marco teórico.....	14
2.2.1	Concreto.....	14
2.2.2	Agregados pétreos	20
2.2.3	Fibras en el concreto	27
2.2.4	Fibras de polipropileno	31
2.2.5	Influencia del concreto con fibras.....	37
2.2.6	Normativa aplicable	40
2.3	Marco conceptual	41
CAPÍTULO III		
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		43
3.1	Diseño de la investigación.....	43
3.2	Enfoque de la investigación	44
3.3	Nivel y tipo de investigación	44
3.3.1	Tipo de la investigación.....	44
3.3.2	Nivel de la investigación.....	45
3.4	Población y muestra de la investigación	45
3.4.1	Población.....	45
3.4.2	Muestra	45
3.5	Técnicas e instrumentos	47
3.5.1	Técnicas.....	47
3.5.2	Instrumentos.....	47
3.6	Validación y confiabilidad del instrumento	48
3.6.1	Validación.....	48
3.6.2	Confiabilidad	49
3.7	Procedimiento de recolección de datos	49
3.7.1	Ensayos en laboratorio.....	50
3.8	Procesamiento y análisis de datos	60
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		62
4.1	Resultados.....	62
4.1.2	Resultados del revenimiento del concreto con fibras de polipropileno.....	72
4.1.3	Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión con adición de fibras de polipropileno para un diseño de $f'c=210$ kg/cm ²	73



4.1.4	Resultados de la resistencia a la flexotracción con fibras de polipropileno	78
4.2	Discusión de resultados	80
CONCLUSIONES		83
RECOMENDACIONES		84
BIBLIOGRAFÍA		85
ANEXO		90



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Árbol de problemas causas, problema, consecuencia.	2
Tabla 2	Operacionalización de variables	6
Tabla 3	Muestra de la elaboración con fibras para resistencia a compresión y flexión	46
Tabla 4	Resultados de humedad grava y arena	62
Tabla 5	Resultados de absorción	63
Tabla 6	Resultados de peso específico	64
Tabla 7	Resultados de peso unitario suelto de la grava	64
Tabla 8	Resultados de peso unitario varillado de la grava.....	65
Tabla 9	Resultados de peso unitario suelto de la arena	66
Tabla 10	Resultados de peso unitario varillado de la arena.....	67
Tabla 11	Resultados de la granulometría de la grava.....	67
Tabla 12	Resultados de la granulometría de la arena	69
Tabla 13	Dosificación para un diseño de 210 kg/cm ²	71
Tabla 14	Resultado del revenimiento del concreto con adición de FP	72
Tabla 15	Resultados de resistencia a compresión con adición de fibras de polipropileno a 7 días	73
Tabla 16	Resumen de la resistencia a la compresión con fibras de polipropileno a los 7 días	74
Tabla 17	Resultados de resistencia a compresión con adición de fibras de polipropileno a los 14 días.....	75
Tabla 18	Resumen de la resistencia a la compresión a los 14 días con fibras de polipropileno.....	76
Tabla 19	Resultados de resistencia a compresión con adición de fibras de polipropileno a los 28 días.....	77



Tabla 20	Resumen de la resistencia a la compresión a los 28 días con fibras de polipropileno.....	77
Tabla 21	Resultados de resistencia a flexión a los 28 días con adición de fibras de polipropileno.....	78
Tabla 22	Resumen de los resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días con fibras de polipropileno	79



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Componentes del concreto.....	15
Figura 2 Propiedades del concreto en estado fresco.....	18
Figura 3 Propiedades del concreto endurecido	20
Figura 4 Propiedades físicas del agregado	23
Figura 5 Forma y textura de los agregados	26
Figura 6 Concreto con fibras sintéticas.....	29
Figura 7 Fibras naturales.....	30
Figura 8 Macrofibras para hormigón.....	33
Figura 9 Ensayo de humedad de los agregados grava y arena.....	51
Figura 10 Ensayo del peso unitario arena y grava.....	52
Figura 11 Ensayo de absorción y peso específico arena y grava	54
Figura 12 Elaboración del concreto con fibras de polipropileno	56
Figura 13 Elaboración del revenimiento del concreto fresco.....	57
Figura 14 Curado del concreto en estado endurecido	58
Figura 15 Ensayo de resistencia a compresión	59
Figura 16 Ensayo de resistencia a flexión	60
Figura 17 curva granulométrica de la grava	68
Figura 18 Curva granulométrica de la arena.....	70
Figura 19 Slump del concreto con fibras de polipropileno.....	73
Figura 20 Resistencia a compresión con adición fibras de polipropileno a 7 días....	74
Figura 21 Resistencia a compresión con adición fibras de polipropileno a 14 días..	76
Figura 22 Grafico del comportamiento de resistencia a compresión con adición de fibras de polipropileno a 28 días.....	78
Figura 23 Grafico del módulo de rotura con fibras de polipropileno	80

RESUMEN

Esta investigación su objetivo fue cómo influye la adición de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregados procedentes de la cantera Yaputira – Macusani. La metodología fue aplicada, de diseño cuasi experimental, nivel explicativo, la población fue concretos con fibras de polipropileno producidos en Macusani, la muestra fue conformada por de 36 especímenes para compresión y 12 vigas de concreto para flexión. Nuestro procedimiento se realizó los ensayos físicos humedad, absorción, peso específico, peso unitario, granulometría de la grava y arena, luego se hizo su diseño $f'c=210$ kg/cm, luego se realizaron las mezclas de concreto, el primer grupo fue la muestra patrón, el segundo grupo con 0.5%, el tercer grupo con 1.5%, el cuarto grupo con 2%, para su rotura a compresión a períodos de 7, 14, 28 días y para flexión a períodos de 28 días. Los resultados a los 28 días del ensayo a compresión de la muestra sin fibra fueron de 212.75 kg/cm², con 0.5% de FP llego a 222.58 kg/cm², con 1.5% de FP fue de 229.08 kg/cm², con 2.5% alcanzo a 243.68 kg/cm², alcanzando incrementos hasta un 16% con respecto de la muestra sin fibra, mientras el módulo de rotura del espécimen sin fibra fue de 33.12 kg/cm². Con el 0.5% de FP fue de 34.34 kg/cm², con el 1.5% fue de 36.78 kg/cm², con el 2.5% alcanzo a 37.60 kg/cm² teniendo mejoras significativas en el módulo de rotura, lo que evidencia un mejor control de la fisuración. Se concluyo que la resistencia a compresión y flexión tienen un mejor desempeño adicionando fibras de polipropileno siendo una opción técnicamente factible para mejorar sus propiedades estructurales.

Palabras Clave: Agregados naturales, fibras de polipropileno, resistencia a compresión y flexión.



ABSTRACT

This research aimed to determine how the addition of polypropylene fibers influences the strength of concrete made with aggregates from the Yaputira quarry in Macusani. The methodology employed was an applied, quasi-experimental design at an explanatory level. The population consisted of concrete samples containing polypropylene fibers produced in Macusani. The sample comprised 36 specimens for compression testing and 12 concrete beams for flexural testing. Our procedure involved conducting physical tests for moisture content, absorption, specific gravity, unit weight, and particle size distribution of the gravel and sand. A concrete mix design was then established with a compressive strength (f'_c) of 210 kg/cm². The concrete mixes were then prepared: the first group was the control sample, the second group contained 0.5% polypropylene fibers, the third group 1.5%, and the fourth group 2%. These mixes were tested for compressive strength at 7, 14, and 28 days and for flexural strength at 28 days. The results after 28 days of the compression test of the sample without fiber were 212.75 kg/cm², with 0.5% fiber reinforcement it reached 222.58 kg/cm², with 1.5% fiber reinforcement it was 229.08 kg/cm², and with 2.5% it reached 243.68 kg/cm², achieving increases of up to 16% compared to the sample without fiber. The modulus of rupture of the specimen without fiber was 33.12 kg/cm². With 0.5% fiber reinforcement it was 34.34 kg/cm², with 1.5% it was 36.78 kg/cm², and with 2.5% it reached 37.60 kg/cm², showing significant improvements in the modulus of rupture, which demonstrates better crack control. It was concluded that compressive and flexural strength are improved by adding polypropylene fibers, making it a technically feasible option for enhancing structural properties.

Keywords: Natural aggregates, polypropylene fibers, compressive and flexural strength.



INTRODUCCIÓN

En el rubro de las edificaciones con material de concreto se utiliza más, gracias a su facilidad de obtención, su adaptabilidad y sobre todo por su gran capacidad de resistencia a compresión. No obstante, presenta ciertas limitaciones naturales, especialmente cuando se expone a solicitaciones de tracción, flexión o a la aparición de fisuras en etapas tempranas, factores que pueden afectar su comportamiento estructural y reducir su vida útil. Con el fin de mitigar estas deficiencias, últimamente se ha dado por investigar en estos últimos años alternativas que permitan optimizar sus propiedades mecánicas, destacando entre ellas el empleo de aditivos y refuerzos no tradicionales.

Destacan hace varios años las fibras de polipropileno debido a su resistencia al ataque químico, facilidad de incorporación y capacidad el cual cumple en disminuir las fisuras, su introducción en mezclas de concreto busca modificar el comportamiento post-fisuración y mejorar sobre todo la absorción, es especialmente relevante climas fríos y geográficas demandan concretos con mayor desempeño. No obstante, el efecto real de estas fibras depende de múltiples factores, como su dosificación, dimensiones al momento de emplearlos en la mezcla.

En la localidad de Macusani, los agregados de la cantera de la zona comúnmente utilizados para la elaboración de concreto en diferentes obras civiles. A pesar de ello, existen pocos estudios que analicen cómo interactúan estos agregados con FP y cuál es la huella de esta combinación de sus características del material, entonces evaluar dicha interacción es fundamental para determinar si su aplicación puede representar una alternativa técnica viable con el fin de mejorar su calidad en la infraestructura local.

Finalmente se tiene como propósito evaluar sus diferentes dosificaciones de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión los



cuales eran elaborados con agregados de la cantera Yaputira, los cuales se realizarán distintas pruebas para buscar establecer al adicionar las fibras ayuda a un desempeño mecánico superior respecto a un concreto convencional. Los resultados permitirán valorar la aplicabilidad de esta tecnología en la región y aportar información relevante para futuras investigaciones y proyectos constructivos.

El trabajo de investigación contiene la siguiente estructura:

El Capítulo I presenta la situación del problema, la formulación de los objetivos, la hipótesis y la justificación del estudio. En este apartado se expone la necesidad de evaluar adiciones de fibras en distintos porcentajes, destacando la relevancia técnica y local.

El Capítulo II desarrolla el marco teórico y conceptual relacionado con el concreto, sus características y los principios del concreto, además, se incluyen los antecedentes de estudios previos y las bases normativas que sustentan la metodología empleada.

El Capítulo III describe detalladamente la metodología de investigación, especificando el tipo de estudio, los materiales utilizados, las dosificaciones, el procedimiento de producción de las mezclas y los diferentes ensayos en el laboratorio del concreto en estado duro.

El Capítulo IV presenta datos de laboratorio, comparando el procedimiento del concreto con y sin fibras de polipropileno, se interpretan los datos para analizar como incide las fibras en el concreto.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

En el contexto integral, el concreto reforzado con fibras ha recibido atención creciente con el fin de ser una opción para reducir las deficiencias del concreto tradicional, principalmente en aspectos como control de fisuración, ductilidad y resistencia mecánica. Estudios recientes destacan al adicionar distintos tipos de fibra que puede contribuir significativamente a la inhibición de grietas y al mejor comportamiento del material bajo cargas diversas, los cuales son sometidos en distintos tipos de estructuras en exigencias dinámicas y ambientales severas. Sin embargo, a pesar de los avances, persisten brechas en la aplicación práctica y en la optimización de dosificaciones que permitan resultados consistentes y confiables a nivel industrial.

En el contexto latinoamericano, la investigación sobre el refuerzo de las fibras en el concreto ha sido abordada principalmente desde enfoques experimentales que evalúan su efecto del concreto, por ejemplo, estudios en México han demostrado que la presencia de fibras modifica el revenimiento y acrecienta la tenacidad y la resistencia al impacto, aunque las variaciones dependen de distribución de las fibras (Mendoza et al, 2011). A pesar de ello, aún existe una necesidad de generar conocimiento más amplio y aplicable a diferentes tipos de agregados y condiciones locales, dada la diversidad de recursos materiales y prácticas constructivas en la región.

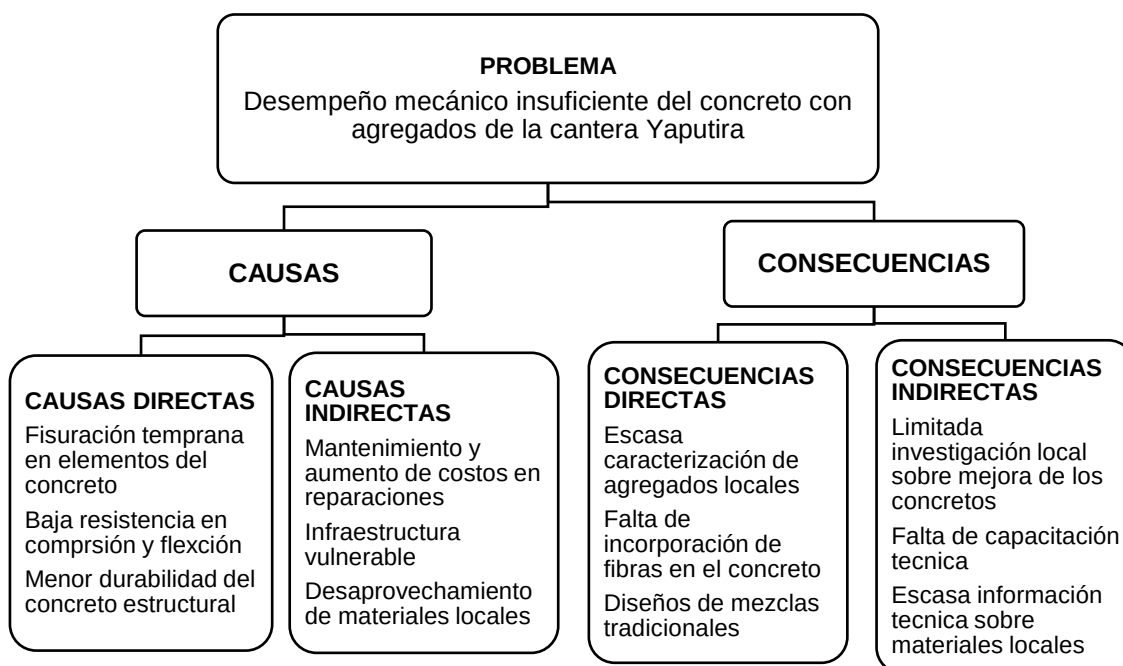


En el Perú, aunque se han realizado investigaciones que abordan como actúan las fibras en el concreto, estas se han concentrado mayormente en estudios específicos como concreto poroso o pavimentos rígidos, sin una exploración exhaustiva de su impacto en mezclas convencionales con agregados locales (Linares et al., 2021) Análisis influencia en Juliaca, 2025). Esto evidencia una brecha en el conocimiento técnico que considere variables clave como la naturaleza de los agregados peruanos y las condiciones ambientales propias de distintas regiones del país.

En el ámbito local no se han reportado estudios sistemáticos sobre la incorporación de fibras de polipropileno los cuales afectan el concreto elaborado con los agregados extraídos en dicha zona. Esta carencia impide que los constructores y técnicos locales de optimizar materiales e implementar tecnologías que mejoren el desempeño de las estructuras, lo cual es especialmente relevante considerando situaciones como la geografía y las necesidades de infraestructura de la región. Identificar esta influencia es fundamental para proponer soluciones constructivas más eficientes y duraderas en el contexto local.

Tabla 1

Árbol de problemas causas, problema, consecuencia.



Nota: Elaboración propia

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo incide la incorporación de fibras de polipropileno en las propiedades mecánicas del concreto elaborado con agregados procedentes de la cantera Yaputira – Macusani?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cómo será la caracterización del agregado de la cantera Yaputira- Macusani?
2. ¿Cuál es la influencia de las fibras de polipropileno en cantidades de 0.5%, 1.5%, 2.5% en la resistencia a compresión?
3. ¿Cuál es la influencia de las fibras de polipropileno en cantidades de 0.5%, 1.5%, 2.5% en la resistencia de flexotracción?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar la adición de fibras de polipropileno en las propiedades del concreto realizados con agregados provenientes de la cantera Yaputira – Macusani.

1.3.2 *Objetivos específicos*

1. Caracterizar las propiedades de los agregados procedentes de la cantera Yaputira – Macusani.
2. Determinar cómo incide las fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión.
3. Analizar la influencia de las fibras de polipropileno en la resistencia a flexotracción.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 *Justificación técnica*

El uso del concreto la adición de las fibras se justifica técnicamente debido a que minimiza la fisuración temprana, los cuales optimizan su desarrollo post-fisuración del material, aspectos fundamentales para aumentar la estabilidad y desempeño estructural. Diversos estudios y recomendaciones marcan que las fibras proceden como limitantes para la difusión de aberturas y contribuyen a una mejor distribución de esfuerzos, especialmente bajo cargas dinámicas o de impacto, asimismo, la caracterización de nuevos agregados locales permite asegurar que las propiedades granulométricas, de absorción y resistencia se ajustan a ciertos contextos técnicos necesarios para producir concretos de buena calidad, siempre y cuando cumplan con las especificaciones técnicas.

1.4.2 Justificación económica

El uso de las fibras puede representar una opción viable al reducir costos asociados al sostenimiento y reparación de estructuras afectadas por fisuración o deterioro prematuro, cuando se logra mejorar, se alarga la vida útil del concreto y disminuye la necesidad de intervenciones correctivas, lo que constituye ciertos beneficios como el ahorro al momento de realizar las construcciones, además, las fibras sintéticas presentan un costo accesible y una fácil disponibilidad en el mercado, lo que las convierte en una opción económicamente competitiva frente a otros tipos de refuerzo.

1.4.3 Justificación social

La investigación tiene una relevancia social importante, ya que promueve el uso de materiales propios de la zona de Yaputira y tecnologías accesibles que pueden mejorar la calidad de las construcciones en Macusani y zonas aledañas, un concreto con mejores propiedades mecánicas contribuye a edificaciones más seguras y resistentes, lo que beneficia a la población al brindar infraestructuras más confiables en la parte estructural y el bienestar social.

1.4.4 Justificación ambiental

Mejora la durabilidad y aporta a la disminución del consumo de recursos naturales, ya que estructuras más resistentes y duraderas requieren menos reparaciones y reemplazos, disminuyendo así la extracción de agregados y la producción adicional de cemento, además, el uso eficiente de agregados locales reduce el impacto ambiental relacionado al transporte de materiales desde otras regiones, este enfoque está enmarcado con los principios de construcción sostenible, que buscan minimizar la huella ambiental y optimizar el uso de recursos en las obras.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 *Hipótesis general*

La adición de fibras de polipropileno mejora significativamente el concreto hecho con agregados de la cantera Yaputira – Macusani, en comparación con el concreto convencional sin fibras.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

1. Los agregados provenientes de la cantera Yaputira – Macusani muestran características físicas adecuadas para la producción de concreto estructural, lo que permite su uso en mezclas con y sin fibras de polipropileno.
2. La incorporación de fibras de polipropileno aumenta la resistencia a la compresión siendo el 2.5% la dosificación óptima, mejorando su comportamiento mecánico respecto a un concreto sin fibras.
3. La incorporación de fibras de polipropileno mejora la resistencia a la flexión siendo el 2.5% la dosificación óptima, ya que reduce la fisuración y mejora la ductilidad del material.

1.6 Variables

1.6.1 *Variable independiente*

Fibras de polipropileno

1.6.2 *Variable dependiente*

Propiedades mecánicas del Concreto

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad / escala	Técnica / instrumentos
Independiente: Fibras de polipropileno	Las fibras son de material sintético los cuales son utilizados como un refuerzo en el concreto el cual controla las fisuras para tener un mejor desempeño	Se utilizará una cierta cantidad de fibras en función del peso del cemento, el cual se adiciono en distintos porcentajes en cada mezcla	Dosificación de fibras	0.5%, 1.5%, 2.5% de FP	Kg/m3	Balanza Fichas de laboratorio
			Características de las fibras	Longitud de la fibra Espesor de la fibra	mm	Ficha técnica
			Método de incorporación	Forma de mezclado respecto a la masa del cemento	%	Ficha de control
Dependiente: Propiedades mecánicas del concreto	El concreto endurecido es sometido a diferentes tipos de esfuerzos a compresión, tracción, flexión	Se someterá a rotura a compresión y flexión con adición de fibras y la muestra patrón las cuales serán curadas a edades distintas	Resistencia a compresión	f'c a 7, 14 y 28 días	MPa	Prensa hidráulica, moldes cilíndricos
			Resistencia a flexotracción	Módulo de rotura (kg/cm2)	MPa	Prensa hidráulica, moldes de vigas prismáticas



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Liu et al. (2019), en el artículo titulado "Experimental Study on Mechanical and Durability Properties of Glass and Polypropylene Fiber Reinforced Concrete", tuvieron como propósito el de evaluar las fibras de polipropileno y un sistema híbrido utilizando (vidrio + polipropileno) en sus características mecánicas. Se desarrollaron un programa experimental donde se elaboraron diferentes tipos de mezclas con refuerzo fibroso y una mezcla patrón sin fibras; posteriormente se realizaron pruebas al estado duro de concreto con ensayos de compresión y flexión, ensayos de migración rápida de cloruros y penetración rápida de cloruros para estudiar la durabilidad frente al ingreso de agentes agresivos. En cuanto a resultados presentó mejoras respecto al concreto simple, pero el mejor desempeño global se obtuvo con el sistema híbrido, que incrementó de forma más significativa la resistencia mecánica y redujo la penetración de cloruros, solo con fibras de polipropileno mostró mejor comportamiento superior al de las mezclas con fibras de vidrio, evidenciando la capacidad de este tipo de fibra para restringir la fisuración y mejorar la capacidad de resistencia frente a medios agresivos. Concluyen que el uso combinado de fibras puede ser una destreza eficiente para optimar el

concreto y recomiendan profundizar en la dosificación óptima y en aplicaciones estructurales específicas.

Abousnina et al. (2021), en el trabajo "Mechanical Properties of Macro Polypropylene Fibre-Reinforced Concrete", se plantearon como propósito analizar los beneficios ingenieriles de macrofibras de polipropileno extruido en concreto, analizando tantas propiedades físicas. En cuanto a la metodología radicó en preparar mezclas de concreto con dos mezclas de fibras (4 y 6 kg/m³) y un concreto patrón sin fibras, sobre las cuales se ejecutaron pruebas de slump, resistencia a tenacidad, tracción indirecta, flexión, ensayo de apertura controlada de fisuras (CMOD), ensayo de adherencia (pull-out) y porosidad. Los resultados indicaron una ligera baja de la trabajabilidad al incorporar fibras, pero un leve progreso en todas las propiedades mecánicas y microestructurales, destacando incrementos de aproximadamente 19,4 % en la resistencia a la compresión, 41,9 % en la tracción indirecta y 17,8 % en la resistencia de adherencia para la dosificación de 6 kg/m³, respecto al concreto simple. Aunque no se evidencio un acrecentamiento notable en el módulo de rotura, sí se evidenció un cambio importante en el modo de falla, pasando de un comportamiento frágil a uno más dúctil, con mayor capacidad de carga. Concluyen que las macrofibras de polipropileno no solo mejoran el desempeño mecánico y reducen la macroporosidad del concreto, sino que también constituyen una vía potencial para valorizar residuos plásticos dentro de un enfoque de economía circular.

Yanzhu et al. (2021), un grupo de investigadores publicó en Advances in Civil Engineering la revisión titulada "Review on the Durability of Polypropylene Fibre-Reinforced Concrete", cuyo objetivo principal fue sintetizar y analizar de manera crítica los estudios previos sobre la incidencia al incorporar fibras en la durabilidad del concreto, abordando parámetros como retracción por secado, fluencia, absorción de agua, permeabilidad, ataque por sulfatos, ciclos de hielo-deshielo, carbonatación y

comportamiento al fuego. La metodología empleada fue una revisión sistemática de literatura, en la que se recopilaron investigaciones experimentales que variaban el contenido, longitud, diámetro y tipos de combinación de fibras (incluyendo mezclas híbridas con acero u otras fibras), interpretando comparativamente los resultados. La revisión muestra que, en general, las FP reducen la retracción por secado, mejorar la resistencia a la permeabilidad y disminuir la profundidad de penetración de agua y algunos agentes agresivos cuando se emplean dosificaciones y diámetros adecuados; sin embargo, también se reportan casos donde contenidos excesivos de fibra incrementan la porosidad o la absorción de agua debido a una dispersión deficiente. En términos de resultados globales, los autores resaltan que el uso combinado de PPF con fibras de acero o vidrio tiende a potenciar tanto la durabilidad como la resistencia mecánica, y que la optimización del tamaño y contenido de fibras es crucial para evitar efectos negativos. Concluye que tiene alto potencial para aplicaciones en pavimentos con fibras, obras hidráulicas y estructuras expuestas a ambientes agresivos, siempre que se controle cuidadosamente la dosificación y se mejore la adherencia fibra-matriz mediante tratamientos o modificaciones de superficie.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Merma (2022), investigo en su tema titulado "influencia de fibra de polipropileno en las propiedades del concreto para pavimento rígido en avenida florida - cusco 2021". Su propósito fue de analizar como incide las fibras polipropileno en los pavimentos rígidos de la avenida florida del distrito de san Jerónimo, la metodología que el autor desarrollo fue, aplicada, considerando un diseño experimental, su nivel fue explicativo debido a la causa y efecto, la población que considero fue todas las avenidas hechos con pavimento rígido del distrito de san Jerónimo, la muestra que considero fue de 312 m de pavimento rígido de la avenida florida, su desarrollo de tesis realizo 12 testigos cilíndricos y 24 vigas prismáticas, considerando un mezcla control y las demás mezclas con dosis de fibras de polipropileno los cuales fueron de 100 g, 200 g, 300 g, 400 g, 500

g, los cuales posteriormente fueron sometidos a roturas de compresión y flexión. Sus resultados que obtuvo fueron de un incremento del 10% para la resistencia a compresión, mientras que para la rotura a flexión tuvo un incremento del 27.2% aplicando la dosificación de 300 g de FP, frente a los especímenes patrones. El autor en su investigación concluye que la resistencia a compresión y flexión mejoro al incrementar las fibras de polipropileno.

Mori y Pérez (2023), en su investigación de tesis titulado "Influencia de adición de la fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido de 280kg/cm² - Trujillo" tuvo su propósito principal de cómo incide la adición de fibras de polipropileno sobre el concreto para una resistencia de $f'c=280$ kg/cm², usando la metodología del enfoque cuantitativo, donde se realizaron diferentes dosificaciones las cuales está considerado una muestra patrón, luego la muestras patrón con diferentes combinaciones de FP las cuales fueron cuantías de 600 g, 1000 g, 1400g, 1800 g y 2000 g, donde se realizaron diferentes ensayos como el de resistencia a compresión, tracción, impacto, donde se realizó 189 briquetas donde fueron sometidas a rotura a 7, 14 y 28 días respectivamente, en cantidades de 3 probetas por muestra las cuales fueron de 63 para cada mezcla. Teniendo como resultado en la resistencia a compresión con adiciones de 600g, 1000 g, 1400 g, aumentaron su resistencia mientras que al adicionar 1800g y 2000 g, disminuyeron su resistencia, de igual manera sucedió para pruebas de resistencia a tracción y resistencia de impacto. Concluyo que la adicción de FP en adiciones de 1400 g, en la recomendada debido a que alcanza su resistencia máxima.

Calixto (2022), desarrollo una investigación orientada al Estudio de influencia de la adición de fibras de polipropileno en la resistencia a compresión del concreto de $f'c=210$ kg/cm² con agregados del cerro Marabamba, Huánuco – 2021. En dicho estudio se partió del reconocimiento del concreto como un material compuesto constituido por

agua, áridos y cemento, destacándose que, en los últimos años, diversas investigaciones habían explorado la sustitución parcial de arena por bastos alternativos tales como fibras de vidrio, polímeros tipo PET, caucho reciclado, relaves mineros y residuos de construcción. Su propósito primordial del trabajo radicó en determinar la diferencia estadística entre los valores medios de tenacidad a compresión de un concreto tradicional y aquellos obtenidos en concretos reforzados con fibras de polipropileno de dimensiones 2 mm × 10 mm. Los agregados utilizados fueron caracterizados previamente mediante ensayos propios para determinar sus características mecánicas y físicas, tras lo cual se procedió al diseño de la mezcla correspondiente a un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Posteriormente, se elaboraron dosificaciones control a las cuales se incorporaron FP en dosificaciones diferentes. Para el desarrollo experimental se confeccionaron 60 especímenes, distribuidos en cuatro grupos: 15 especímenes de concreto control, 15 especímenes con 1% de fibras, 15 muestras con 2% de fibras y 15 muestras con 3% de fibras, todas las proporciones referidas al peso seco de la mezcla. El análisis de los resultados evidenció un aumento notable en la tenacidad a compresión reforzado con FP en cotejo con el concreto patrón, lo cual fue corroborado mediante una contrastación estadística ($w = -3.408$; $p = 0.001 < 0.05$), confirmándose así la eficacia del refuerzo fibroso en la mejora del desempeño mecánico del material.

2.1.3 Antecedentes regionales

Estofanero (2022), titulado en su investigación de tesis, Análisis de las propiedades del concreto fresco y endurecido, para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en la avenida Huancané – Juliaca. Cuya intención fundamental fue examinar la incidencia de adición de macrofibras de polipropileno tipo “Sika Fiber Force PP 48” sobre propiedades reológicas y mecánicas, empleando adheridos procedentes de la cantera ubicada en el kilómetro 16+000 del tramo Juliaca–Cabanillas. La recolección de información experimental realizándose a cabo

inicialmente entre los meses de enero y marzo del año 2020; sin embargo, debido a la emergencia sanitaria ocasionada por la pandemia de la COVID-19, el estudio fue suspendido y posteriormente reanudado en noviembre del año 2021. Previamente al diseño de la mezcla, se ejecutaron los ensayos de caracterización de los agregados según el manual del MTC. Posteriormente, se evaluó un concreto patrón con $f'c=280$ kg/cm², dosificado bajo los lineamientos de la metodología ACI 211, elaborándose especímenes de laboratorio con diferentes contenidos de FP con el propósito de lograr el desempeño mecánico requerido, el cual fue verificado mediante la rotura de briquetas. El enfoque metodológico correspondió a un estudio experimental de carácter aplicado. La hipótesis planteada sostuvo que la adición de FP permitiría optimizar tanto sus propiedades en estado endurecido y fresco, planteamiento que se sustentó en la escasez de investigaciones regionales relacionadas al utilizar este tipo de refuerzo en asfaltos rígidos, particularmente bajo las condiciones propias de la cantera mencionada y en una de las vías de mayor tránsito en Puno. Los resultados permitieron establecer que, en el estado fresco, la afiliación de fibras no produjo mejoras notables en el concreto; no obstante, durante el estado plástico y endurecido, el refuerzo fibroso adquirió mayor relevancia al contribuir al control de la fisuración generada por esfuerzos de tracción. Finalmente, se determinó que 9.00 kg/m³ es el óptimo contenido de fibras en el concreto, en concordancia con las recomendaciones del fabricante, ya que dicha dosificación permitió alcanzar el valor máximo de resistencia a compresión y evidenció un aumento notable de su proceder del basto frente a solicitaciones de impacto.

Perca (2017), en su investigación de tesis titulado "influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm²", cuyo estudio se orientó a analizar el efecto de adición de FP para diseño de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Puno. En el desarrollo experimental, la variable independiente estuvo constituida por la adición de FP de 19 mm, dosificadas en proporciones de 0.6, 1.2, 1.8 , 2.4 kg/m³, con el propósito de determinar la dosis adecuada de la mezcla que permitiera obtener un

concreto con desempeño adecuado. Como variables dependientes se evaluaron diversas propiedades del concreto, entre ellas la resistencia a compresión, flexión, revenimiento, análisis de costos unitarios, las cuales constituyeron medidas relevantes para la caracterización integral del material. Para la elaboración de las mezclas se emplearon insumos de procedencia local, utilizándose adheridos de la cantera Cutimbo y cemento Portland tipo IP, con el objetivo de obtener un diseño representativo de un concreto estándar para la ciudad de Puno. El adherido grueso presentó TMN de $1\frac{1}{2}$ ", y su gradación granulométrica cumplió con el ASTM C33. Sus resultados que obtuvo evidenciaron que la tenacidad a compresión en un tiempo de 28 días experimentó una disminución progresiva al incorporar fibras de 19 mm, con reducciones que oscilaron entre 5.47% y 12.27%, mientras que, de manera opuesta, la resistencia a flexión presentó incrementos comprendidos entre 5.12% y 16.75%, en función del contenido de fibra incorporado. Adicionalmente, se evaluó la influencia de sulfatos de sodio mediante grupos de control, elaborándose viguetas prismáticas destinados a ensayos de expansión, los cuales permitieron identificar variaciones en la longitud de las probetas y evidenciar un posible proceso de deterioro del material.

2.2 Marco teórico

2.2.1 *Concreto*

2.2.1.1 Definición

Se obtiene a partir de la combinación homogénea de materiales de agregados, cemento y agua y en algunos casos, aditivos o materiales suplementarios, cuando se mezclan en proporciones adecuadas, se hace una masa maleable en estado fresco y que, posteriormente, adquiere resistencia y rigidez. Esta causa artificial permite que el concreto desarrolle propiedades mecánicas suficientes para soportar esfuerzos estructurales significativos, convirtiéndolo en el material más versátil. (Neville, 2011).

El concreto desde la ingeniería tiene una importancia fundamental debido a su tenacidad, su estabilidad y la forma como se adecua a diferentes condiciones de obra. Estas características permiten que se apliquen en elementos como cimentaciones, vigas, losas, columnas, muros y pavimentos. Asimismo, el concreto presenta una adecuada compatibilidad con el acero de refuerzo, lo que da origen al concreto armado, sistema estructural que ha permitido el desarrollo de infraestructuras modernas seguras y eficientes en todo el mundo (Mindess et al, 2003).

El uso del concreto en obras estructurales responde también a criterios económicos y constructivos, ya que sus materiales constituyentes suelen ser de fácil disponibilidad y su tecnología de producción es adaptable tanto a grandes proyectos de infraestructura como a obras de menor escala. Para tener una buena estructura es indispensable controlar la calidad de sus componentes y el proceso constructivo, dado que variaciones en la dosificación, en la relación a/c o en la calidad de grava y arena el cual afectan sus propiedades. Por esta razón, las normas técnicas y códigos de diseño establecen criterios específicos para su uso en estructuras, asegurando niveles mínimos de resistencia y seguridad (American Concrete Institute [ACI], 2019).

2.2.1.2 Componentes en el concreto

Está constituido por diferentes materiales de manera adecuada, permiten obtener una pasta de calidad aptas para su uso estructural. materiales básicos del concreto son el cemento, el agua, los agregados y los aditivos, los cuales cumple una función determinada en sus estados fresco y endurecido.

Figura 1

Componentes del concreto



Nota. Materiales para elaboración del concreto. Adaptado de “Construyendo seguro”
<https://www.construyendoseguro.com/wp-content/uploads/2019/05/concreto.jpg>

A. Cemento

Actúa como aglomerante que, al mezclarse con el agua, produce los compuestos responsables del endurecimiento y la resistencia del material. El cemento Portland está conformado principalmente por silicatos y aluminatos de calcio, los cuales, durante el proceso de hidratación, generan productos cementantes que confieren cohesión y rigidez a la mezcla. El concreto influye directamente según la calidad en el progreso de su tenacidad mecánica, en su fraguado con el tiempo, por lo que su selección debe cumplir estrictamente con las normas técnicas vigentes (Mehta y Monteiro, 2014).

B. Agua

Es necesaria para la mezcla en estado fresco, la cuantía y calidad del agua empleada tienen una influencia directa sobre sus características del concreto, fundamentalmente sobre la tenacidad a compresión. Un exceso de agua genera una mayor porosidad en la matriz endurecida, reduciendo la resistencia, en cambio una cantidad escasa entorpece la correcta hidratación del cemento. En cuanto a su calidad, el agua no debe tener sustancias nocivas como aceites o sales en concentraciones elevadas, ya que estas pueden afectar negativamente el proceso de fraguado y el desempeño estructural del concreto (Lamond y Pielert, 2006).

C. Agregados

Desempeñan un papel fundamental en su comportamiento mecánico y económico debido a que ocupan un gran volumen en el concreto. Se catalogan en grava y arena, según su tamaño de partícula, y su tarea primordial es facilitar duración volumétrica, resistencia y reducir la cantidad de pasta cementante necesaria, una adecuada selección y caracterización de los agregados permite obtener mezclas más compactas y resistentes, optimizando el desempeño estructural del material (ASTM International, 2018).

D. Aditivos

Se añaden proporciones pequeñas con el fin de cambiar determinadas propiedades del material, ya sea en estado reciente o duro. Entre los principales tipos tenemos reductores de agua, retardantes, acelerantes, incorporadores de aire y plastificantes. No obstante, su empleo debe ser cuidadosamente controlado, ya que una dosificación inadecuada puede generar efectos contraproducentes en el comportamiento del concreto (Dodson, 2010).

2.2.1.3 Concreto fresco y sus propiedades

Tiene la característica de ser un conjunto de propiedades que determinan su comportamiento cuando se realiza la mezcla, cuando se coloca y cuando se vibra o compacta en obra. Estas propiedades inciden de forma directa en el producto final del concreto endurecido, por lo que su control es fundamental durante el proceso constructivo, su principal característica es el revenimiento, la consistencia, la segregación y la exudación.

A. Trabajabilidad

Esta propiedad no depende de un solo factor, sino de la interacción entre la cuantía de agua, la granulometría y forma de la grava y arena, la dosificación del

cemento y la presencia de aditivos. Un concreto con adecuada trabajabilidad permite una correcta compactación, reduciendo vacíos internos y mejorando su desempeño cuando esta endurecido. La trabajabilidad deficiente puede crear dificultades de colocación y defectos estructurales en el concreto (Tattersall y Banfill, 2011).

B. Consistencia

Característica relacionada con la fluidez del concreto y se considera uno de los indicadores más utilizados para evaluar su estado antes de la colocación. Generalmente, la consistencia se realiza mediante el slump test, el cual proporciona una referencia rápida del grado de fluidez de la mezcla. No obstante, es importante señalar que la consistencia no representa por sí sola la calidad del concreto, ya que un concreto puede presentar una consistencia adecuada y, sin embargo, poseer deficiencias en resistencia o durabilidad debido a una relación agua-cemento inadecuada. Por esta razón, la consistencia debe ser interpretada conjuntamente con otros parámetros de control del concreto fresco (Kosmatka et al, 2008).

C. Segregación y exudación

Causa mediante el cual el agua sube a la base del concreto recientemente puesto debido al sedimento de partículas consistentes. Una exudación enorme puede causar una capa superficial frágil y favorecer la aparición de fisuras, cuando empieza el fraguado. Ambos fenómenos deben ser controlados para garantizar la calidad del concreto. (Ramezaniapour, 2014).

Figura 2

Propiedades del concreto en estado fresco



Nota. Ensayos del concreto en estado fresco. Adaptado de “slideshare”
<https://image.slidesharecdn.com/copiadecomparaciondenormas-240701165206-9667bbbc/75/Normas-sobre-las-propiedades-del-concreto-en-estado-fresco-5-2048.jpg>

2.2.1.4 Concreto endurecido y sus propiedades

Pasa de estado fresco a endurecido en un tiempo según el tipo de cemento los cuales adquiere una propiedad mecánica y se desempeña a lo largo del tiempo o según el tiempo de vida útil de la obra, las cuales están relacionadas según el tipo y calidad de las materias y su desarrollo al momento de su proceso el cual fue elaborado a través la relación a/c tipo de curado y la dosificación según el diseño, el concreto endurecido tiene la propiedad más relevante el que es de resistencia a compresión y flexotracción.

A. Resistencia a la compresión

Se realiza cuando está en forma dura o endurecido el cual representa la capacidad de soportar esfuerzos a través de probetas cilíndricas, donde la falla dependerá de muchos factores los cuales los más importantes son la relación que existe entre el agua y el cemento la calidad del agregado y el tipo de cemento y una vez elaborado como fue su tipo de curado, cuando se tiene un control adecuado se logra

garantizar los elementos estructurales cumpliendo con las normas establecidas. (Popovics, 1998).

B. Resistencia a la flexión

Resiste impactos a través de cargas flexionantes los cuales se relacionan cuando el concreto se fisure, es de suma importancia para ensayos de losas y vigas, es de suma importancia para controlar su comportamiento para evaluar su fisuración y la capacidad de soportar deformaciones. (Park & Paulay, 1975).

Figura 3

Propiedades del concreto endurecido



Nota. Ensayos que se realizan al concreto sometido a pruebas de resistencia a compresión y flexotracción. Adaptado de "Medium" https://miro.medium.com/v2/resize:fit:960/0*HzC31MK0z7B8WiWC.jpg

2.2.2 Agregados pétreos

2.2.2.1 Definición e importancia

La arena y la grava de forma granular e inerte, naturales o triturados, que constituyen el mayor volumen del concreto, representa aproximadamente el 60 % y 75

% de su estructura total. Estos materiales se clasifican generalmente en aridos grava y arena, según su tamaño de partícula, y cumplen la función de proporcionar estabilidad dimensional, resistencia mecánica y economía al concreto. Al ser materiales inertes, los agregados no reaccionan químicamente de forma significativa con el cemento; sin embargo, su interacción física con la pasta cementante incide de forma decisiva en el proceder global del concreto (Neville & Brooks, 2010).

La grava y arena en el concreto radica en que sus características físicas y mecánicas condicionan propiedades fundamentales como revenimiento, la deformabilidad del material endurecido. Pruebas de la gradación, la textura y forma superficial de las partículas, la absorción determina el grado de compactación de la mezcla y la liga entre el agregado y la pasta de cemento. Una adecuada gradación de los agregados permite reducir los vacíos internos, disminuir la cantidad de pasta requerida y mejorar la tenacidad y durabilidad del concreto (Powers, 2011).

Los agregados estructuralmente tienen su papel importante en la resistencia del concreto, por que actúan como el esqueleto resistente que soporta gran parte de las cargas aplicadas. En concretos de buena calidad, la resistencia del agregado suele ser mayor que la de la pasta cementante, por lo que la falla generalmente se produce en la zona de transición entre ambos materiales. En consecuencia, la selección de agregados con propiedades mecánicas adecuadas y libres de impurezas es un factor determinante para lograr un concreto con buen desempeño estructural y comportamiento satisfactorio frente a esfuerzos de compresión, flexión y desgaste (Alexander & Mindess, 2005).

Asimismo, el uso de agregados locales adquiere relevancia en diferentes tipos de construcción a causa a su impacto económico y ambiental. La correcta caracterización de agregados provenientes de canteras cercanas permite optimizar los costos de transporte y promover el aprovechamiento racional de los recursos naturales, siempre que estos cumplan con los requisitos técnicos según las normas. Por ello, el

estudio detallado de los agregados constituye una etapa fundamental en el concreto, especialmente en investigaciones orientadas al mejoramiento de sus propiedades mecánicas (Gambhir, 2013).

2.2.2.2 Clasificación de los agregados

La elaboración del concreto está conformada por gravas y arenas principalmente, de acuerdo con el tamaño de sus partículas. Esta selección es muy importante para realizar su diseño, porque cada agregado desempeña un rol específico en el procedimiento del material en sus estados del concreto. Una adecuada combinación de ambos permite conseguir un concreto con buen slump, resistencia y durabilidad.

A. Agregado fino

Compuesto por partículas minerales de pequeño tamaño, particularmente arena natural o arena triturada, que atraviesan la malla N^º 4, su función principal es llenar los vacíos existentes entre las partículas del agregado grueso y contribuir a la cohesión y trabajabilidad del concreto fresco. La calidad del agregado fino influye significativamente en la consistencia de la mezcla y en la demanda de agua y cemento.

Se encuentran entre sus características importantes la granulometría, el módulo de finura, su forma y contenido de finos. Una granulometría adecuada permite obtener mezclas más compactas y uniformes, reduciendo la segregación y mejorando el acabado superficial del concreto. Por el contrario, un exceso de material fino o una distribución granulométrica deficiente puede incrementar la demanda de agua, afectando absolutamente la resistencia mecánica del concreto endurecido (Taylor, 2007).

B. Agregado grueso

Conformado por materiales natural o también de piedra chancada los cuales son partículas de mayor tamaño superiores del tamiz número 4. Este tipo de agregado constituye el esqueleto resistente del concreto y desempeña un papel clave el cual es fundamental el cual se somete a esfuerzos de cargas mecánicas. La firmeza, forma, tamaño máximo y textura superficial los cuales se refleja en cuanto a su resistencia.

Una adecuada selección del agregado grueso ayuda a optimizar la adherencia con la pasta de cemento y a reducir nuestro concreto con menos pasta en nuestra mezcla para que sea más económico y durable. Asimismo, el TM de la grava debe seleccionarse considerando el elemento o tipo de estructuras y como es la colocación, ya que un tamaño inadecuado puede dificultar la

En conjunto, la correcta clasificación y combinación de grava y arena resulta esencial para la dosificación para que la mezcla sea más eficiente y para el logro de concretos con propiedades mecánicas y de durabilidad adecuadas, especialmente en estudios orientados al mejoramiento del comportamiento de la pasta con la incorporación de bastas adicionales de las fibras.

2.2.2.3 Propiedades físicas de la grava y arena

Constituyen un aspecto fundamental en el diseño ya que influyen directamente en su proceder tanto en estado fresco como endurecido. El conocimiento y control de estas propiedades permiten obtener mezclas más homogéneas, resistentes y durables, optimizando su conducta estructural del concreto. Los agregados como característica principal se encuentran la granulometría, la absorción, la humedad y la forma y textura superficial.

Figura 4

Propiedades físicas del agregado



Nota. Ensayos de caracterización de arena y grava. Adaptado de “GEOROMA”
<https://geo-roma.com/assets/images/ensayo-en-agregados-01.jpg>

A. Granulometría

Es la distribución de tamaños de las partículas que conforman el agregado y se determina mediante el análisis por tamizado. Esta propiedad es determinante para lograr un adecuado espaciamiento de las partículas, reduciendo los vacíos internos y la parte de pasta cementante el cual necesita la pasta. La gradación continua y bien distribuida aporta un mejor slump del concreto fresco, disminuir la segregación y aumentar la resistencia mecánica del concreto endurecido. Por el contrario, una granulometría deficiente puede generar mezclas poco cohesivas y con mayor demanda de agua (Mamlouk y Zaniewski, 2011).

B. Peso específico

Consiste en la relación del peso de las partículas y el volumen que ocupan, conteniendo o excluyendo los poros permeables, según el tipo de medición. Esta propiedad es utilizada principalmente en su diseño para deducir las cantidades volumétricas de los materiales. Agregados con mayor peso específico suelen producir concretos más densos y, en general, con mejores propiedades mecánicas. El

conocimiento del peso específico permite también identificar la presencia de agregados livianos o pesados, los cuales influyen en su desempeño del concreto. (Hudson, 2010).

C. Absorción

Tiene la capacidad de retener agua en sus poros permeables cuando se encuentra en condición saturada y superficialmente seca. Esta propiedad tiene una influencia directa en la relación a/c efectiva del concreto, ya que agregados con alta absorción pueden extraer parte del agua de la mezcla, reduciendo la trabajabilidad y afectando el desarrollo de la resistencia. Por ello, es indispensable considerar la absorción de los agregados durante el diseño de la mezcla, ajustando la cantidad de agua para garantizar un adecuado proceso de hidratación del cemento (Kandhal y Parker, 1998).

D. Humedad

Corresponde al contenido de agua que tiene en sus partículas en el momento de la mezcla. Esta propiedad varía según las circunstancias ambientales y la forma de guardar los agregados. Su estado de humedad recae en la cuantía de rocío efectiva disponible para su mezcla, por lo que su control es esencial para mantener constante la relación a/c. Un desconocimiento de la humedad real de los agregados provocando causas significativas en la consistencia y resistencia del concreto, afectando su calidad final (Smith, 2001).

E. Forma y textura superficial

Agregados angulosos y de textura rugosa suelen proporcionar mejor adherencia mecánica, incrementando la resistencia del concreto, aunque pueden disminuir la trabajabilidad. En cambio, agregados redondeados y de textura lisa facilitan el flujo de la mezcla, pero pueden reducir levemente la tenacidad mecánica. Por ello, la selección de los agregados de su forma y textura debe ser adecuada considerando un equilibrio

entre trabajabilidad y resistencia, según el tipo de elemento estructural a construir (British Standards Institution, 2013).

Figura 5

Forma y textura de los agregados



Nota. Agregados naturales y artificiales de forma redondeadas y angulosas . Adaptado de “Tecnología del concreto” <https://tecnologiadeconcreto.home.blog/wp-content/uploads/2019/03/3-1.jpg>

2.2.2.4 Agregados de la cantera Yaputira – Macusani

A. Ubicación y características generales

La cantera Yaputira se localiza en el distrito de Macusani, provincia de Carabaya, región Puno, zona caracterizada por condiciones geográficas y climáticas propias del altiplano andino. Los agregados extraídos de esta cantera son de origen natural y se emplean de manera frecuente en obras de infraestructura de la zona, debido a su disponibilidad y cercanía a los centros de consumo. Las características generales de estos agregados dependen de su origen geológico. (INGEMMET, 2017).

B. Importancia del uso de agregados locales

El uso de agregados locales provenientes de canteras cercanas, como la cantera Yaputira, reviste una gran importancia, desde el aspecto económico, la utilización de materiales locales reduce significativamente los costos de transporte, lo que resulta especialmente relevante en zonas alejadas o de difícil acceso. Asimismo, desde una perspectiva ambiental, el aprovechamiento racional de recursos locales ayuda a disminuir el impacto asociado al transporte de materiales y a promover un desarrollo constructivo más sostenible. No obstante, para garantizar la calidad del concreto, es fundamental que los agregados locales sean sometidos a ensayos de control que permitan conocer sus propiedades físicas y mecánicas, asegurando su idoneidad para uso estructural (Ossa, 2014).

C. Los agregados locales y cómo influye en el concreto

Los agregados locales influyen, ya que sus propiedades físicas condicionan tanto su revenimiento cuando está fresco y cuando está endurecido a través de su resistencia. En el caso de agregados provenientes de canteras altoandinas, como Yaputira, es común encontrar variaciones en la granulometría y en el contenido de finos, lo que puede afectar la demanda de agua y la adherencia con la pasta cementante. Una caracterización adecuada permite ajustar el diseño de la mezcla, optimizando la relación a/c y mejorando su conducta mecánica del concreto. Por ello, el estudio de agregados locales no solo permite validar su uso, sino también aprovechar sus características particulares para producir concretos adecuados. (de la Peña y Fernández, 2009).

2.2.3 Fibras en el concreto

2.2.3.1 Concreto consolidado con fibras

Resulta de la incorporación uniforme y dispersa de fibras discontinuas en su parte interna del hormigón, a fin de mejorar su desempeño frente a diferentes tipos de solicitaciones. A diferencia del concreto convencional, este material presenta una mayor capacidad para controlar la fisuración y absorber energía, las fibras operan como

elementos de refuerzo tridimensional que limitan la propagación de fisuras y mejoran la integridad del material después de la fisuración inicial (Naaman, 2003).

La evolución al utilizar concreto con fibras a mediados del siglo XX, cuando se inició la investigación sobre el uso de fibras metálicas con el fin de mejorar la tracción del concreto. Con el paso del tiempo, se desarrollaron distintos tipos de fibras, tales como fibras sintéticas, de vidrio y naturales, ampliando las aplicaciones del concreto reforzado con fibras en diversos campos de la ingeniería civil. Esta evolución ha permitido que el concreto con fibras sea empleado no solo como un material complementario, sino también como una alternativa viable al refuerzo tradicional en determinadas aplicaciones a cargas dinámicas o condiciones de servicio severas (Banthia y Gupta, 2006).

La finalidad principal del uso de fibras es mejorar el control de la fisuración, en estado fresco como endurecido, así como incrementar la resistencia residual después de la aparición de grietas. Las fibras contribuyen a redistribuir los esfuerzos internos y a retrasar la falla frágil del concreto, proporcionando un comportamiento más seguro y confiable. Además, cuando es reforzado con fibras se tiene ventajas en términos de durabilidad, ya que la reducción de fisuras limita a que sea atacado por diferentes agentes agresivos que pueden afectar la durabilidad de las estructuras. Por estas razones, el uso de fibras se ha extendido a aplicaciones como pavimentos, losas industriales, túneles, prefabricados y elementos estructurales especiales (Naaman, 2003).

En estos últimos años el refuerzo con fibras es considerado un material de alto potencial, a raíz de que optimiza su desempeño en propiedades mecánicas específicas sin alterar significativamente los procesos constructivos tradicionales. Su utilización permite optimizar el diseño estructural, reducir algunos costos para su mantenimiento y

aumentar la seguridad de las estructuras, especialmente cuando se selecciona adecuadamente el tipo y la dosificación de fibras según los requerimientos del proyecto.

Figura 6

Concreto con fibras sintéticas



Nota. Concreto elaborado con fibras sintéticas. Adaptado de “SAI360”
<https://sai360.com.co/wp-content/uploads/2024/07/CONCRETO-CON-FIBRAS-SINTETICAS.jpg>

2.2.3.2 Clasificación de las fibras

Se clasifican principalmente en fibras metálicas, sintéticas y naturales, de acuerdo con su origen y composición. Cada tipo de fibra presenta características particulares que influyen de manera diferente en su desempeño. La selección dependerá de los requerimientos de las fibras estructurales, diferentes estados de clima y los objetivos específicos del diseño.

A. Fibras metálicas

Las fibras metálicas, comúnmente fabricadas a partir de acero al carbono, son los más usados en el concreto reforzado con fibras. Estas fibras se caracterizan por su elevada resistencia a la tracción y su alto módulo de elasticidad, lo que les permite mejorar significativamente la resistencia residual del concreto después de la fisuración.

Su principal función es controlar la fisuración y el comportamiento post-falla del material. Las fibras metálicas son ampliamente empleadas en pavimentos industriales, túneles, losas sobre terreno y elementos sometidos a cargas dinámicas o impactos repetidos (Bentur y Mindess, 2007).

B. Fibras sintéticas

Son elaboradas de polímeros artificiales, entre los que destacan el polipropileno, polietileno, nylon y poliéster. Estas fibras presentan una baja densidad, buena resistencia química y elevada durabilidad frente a ambientes agresivos. Su principal aporte al concreto se relaciona para controlar la fisuración, las fibras sintéticas tienen facilidad de dosificación, resistencia a la corrosión y compatibilidad con el concreto, lo que ha favorecido al utilizarlo en cargas de estructuras y no estructurales (Hannant, 2013).

C. Fibras naturales

Las fibras naturales provienen de materiales de origen vegetal, animal o mineral, como el sisal, coco, yute, bambú y celulosa. Estas fibras se caracterizan por tener un costo bajo y reducido impacto ambiental, lo que las convierte en una alternativa de refuerzo para lugares con recursos limitados. Las fibras naturales contribuyen al control de la fisuración, sin embargo, presentan limitaciones relacionadas con su durabilidad, variabilidad de propiedades y susceptibilidad a la degradación en ambientes húmedos o alcalinos. Por ello, su uso suele estar condicionado a tratamientos previos o aplicaciones específicas donde los requisitos estructurales no sean severos (Savastano et al, 2005).

Figura 7

Fibras naturales



Nota. Fibras naturales animales y vegetales. Adaptado de “prezi”
https://0901.static.prezi.com/preview/v2/whkmwwhib7u7ns6at6rfececg6p6jc3sachvcdoaizecfr3dnitcq_3_0.png

En conjunto, la clasificación de las fibras permite comprender las ventajas y limitaciones de cada tipo, facilitando la selección adecuada del refuerzo fibroso según lo requiera el proyecto.

2.2.4 Fibras de polipropileno

2.2.4.1 Definición y características del polipropileno

Es un polímero termoplástico el cual es linaje de las poliolefinas, obtenido a partir de la polimerización del propileno. Debido a su estructura molecular, el polipropileno presenta una composición favorable de características físicas, mecánicas y químicas, entre ellas la fabricación de fibras para el refuerzo del concreto. Las FP se utilizan como un refuerzo secundario disperso, cuyo principal objetivo es mejorar y disminuir la fisuración y aumentar su durabilidad (Peijs, 2003).

En su parte físicas resalta su baja densidad, por eso permite incorporarlas al concreto sin incrementar significativamente el peso propio del material. Asimismo, presentan una alta desempeño a la tracción, una buena flexibilidad y una elevada capacidad de deformación antes de la rotura. Estas fibras no absorben agua, lo que

evita alteraciones en la relación a/c, y presentan una adecuada estabilidad dimensional en su mezcla y fraguado. (Mallick, 2008).

En cuanto a sus propiedades químicas, el polipropileno destaca por su alta tenacidad a agentes sintéticos, tales como ácidos, sales y álcalis, lo que lo hace especialmente compatible con el medio altamente alcalino de la pasta de cemento. A diferencia de otros materiales de refuerzo, las fibras de polipropileno no sufren corrosión ni degradación química en el concreto, lo que contribuye a mantener sus propiedades a lo largo del tiempo. Además, presentan una buena resistencia a la humedad y a la acción de microorganismos, lo que favorece el aumento de la vida útil del concreto reforzado con este tipo de fibras (Karger y Kocsis, 2012).

Estas características físicas y químicas convierten a las FP en un material eficiente para el control de fisuras tempranas, especialmente la causada por retracción plástica y secado. Asimismo, su facilidad de manejo, compatibilidad con los procesos constructivos tradicionales y comportamiento estable en condiciones ambientales adversas justifican su creciente uso en investigaciones orientadas al mejoramiento de sus características, como es el caso del presente estudio.

2.2.4.2 Tipos de fibras

Se clasifican principalmente en microfibras y macrofibras, de acuerdo con sus dimensiones y con la función que cumplen dentro de la matriz cementante.

A. Microfibras

Las microfibras de polipropileno son fibras de pequeño diámetro y corta longitud, generalmente del orden de algunos milímetros, que se incorporan en grandes cantidades dentro de la mezcla de concreto. Tiene como fin controlar la fisuración temprana, especialmente la causada por retracción plástica y por secado en inicios del

vaciado. Estas fibras actúan distribuyendo de modo semejante los esfuerzos internos generados durante la pérdida de humedad, evitando la fisuración.

Debido a su reducido tamaño y baja rigidez, las microfibras no contribuyen de manera significativa al aumento de la tenacidad a compresión y flexión, entonces, mejoran la cohesión de la mezcla y reducen daños como son la exudación y segregación. Por estas razones, las microfibras de polipropileno son ampliamente utilizadas en losas, pavimentos y elementos delgados donde el control de fisuración es prioritario con el fin de mejorar la calidad. (ACI Committee 544, 2009).

B. Macrofibras

Las macrofibras de polipropileno se caracterizan por presentar una mayor longitud y diámetro con respecto a microfibras, lo que les permite desempeñar un rol más activo de la pasta endurecida. Estas fibras pueden actuar como un refuerzo estructural secundario, contribuyendo su resistencia a flexión y a la absorción de energía después de la fisuración. Su función principal es mejorar la ductilidad y posteriores a la formación de grietas.

Las Macrofibras de polipropileno han ganado aceptación como una alternativa parcial al refuerzo convencional en aplicaciones específicas, como losas sobre terreno, pavimentos industriales y prefabricados. Su uso permite reducir la formación de fisuras visibles y mejorar el comportamiento post-falla del concreto, sin los problemas asociados a la corrosión del acero. No obstante, para obtener los beneficios esperados, es fundamental seleccionar adecuadamente la dosificación y asegurar una correcta dispersión de las fibras dentro de la mezcla (di Prisco et al, 2009).

Figura 8

Macrofibras para hormigón



Nota. Macrofibras sintéticas usadas en el concreto. Adaptado de “Sika”
<https://sika.scene7.com/is/image/sika/glo-concrete-fiber-01:16-9?wid=1920&hei=1080&fit=crop%2C1>

En conjunto, tanto las microfibras como las Macrofibras de polipropileno aportan beneficios específicos al concreto, por lo que su elección debe basarse en los requerimientos estructurales y funcionales del elemento a construir.

2.2.4.3 Propiedades de las fibras de polipropileno

Presentan un conjunto de propiedades físicas y mecánicas el cual hallan dentro de la matriz del concreto y su eficacia como material de refuerzo. Estas propiedades influyen directamente para controlar las fisuras, mejorar la tenacidad y contribuir al desempeño mecánico del concreto endurecido.

A. Densidad

Es relativamente baja a diferencia de otras, como las fibras metálicas o de vidrio. Generalmente, la densidad del polipropileno se encuentra alrededor de 0,90–0,92 g/cm³, lo que permite incorporar las fibras en la mezcla sin incrementar notablemente el peso propio del concreto. Esta característica facilita su manejo, dosificación y distribución uniforme dentro de la matriz cementante, además de contribuir a la estabilidad volumétrica del material compuesto (Alhozaimy et al, 1996).

B. Longitud

Varía en función de su tipo y aplicación, pudiendo oscilar desde algunos milímetros en el caso de microfibras hasta varias decenas de milímetros en macrofibras. La longitud de la fibra influye directamente en su capacidad de anclaje dentro del concreto y en su efectividad para puentear fisuras. Fibras más largas suelen ofrecer una mayor contribución al comportamiento post-fisuración, mientras que fibras cortas resultan más eficaces para el control de microfisuras tempranas. Por ello, la selección de la longitud adecuada debe responder a los objetivos específicos del refuerzo (Soroushian y Bayasi, 1991).

C. Diámetro

El diámetro de las fibras de polipropileno es un parámetro que condiciona su relación, la cual incide en la liga fibra-matriz y en la capacidad de transferencia de esfuerzos. Fibras de menor diámetro presentan una mayor área superficial específica, lo que favorece en la mezcla y mejora el control de la fisuración. Sin embargo, diámetros excesivamente pequeños pueden dificultar la dispersión uniforme de las fibras, por lo que es necesario encontrar un equilibrio adecuado para asegurar un buen desempeño del concreto reforzado (Bentur, 2002).

D. Resistencia a la tracción

Permite asumir esfuerzos de tracción una vez que se inicia la fisuración del material. Aunque su resistencia es menor en cotejo con las fibras metálicas, resulta suficiente para limitar la apertura de grietas y optimizar la tenacidad del concreto. De mucha importancia porque busca reducir la fisuración por retracción y aumentar su desempeño bajo cargas flexionantes. (Balaguru y Shah, 1992).

E. Módulo de elasticidad

Es relativamente bajo en comparación con el del acero, lo que implica que las fibras presentan una mayor deformabilidad antes de alcanzar su resistencia máxima. Esta característica permite que las fibras absorban energía y contribuyan a un desempeño más dúctil del concreto reforzado, aunque su aporte directo a la rigidez inicial del material es limitado. No obstante, el bajo módulo de elasticidad resulta beneficioso para el control de fisuración temprana y para mejorar con la disminución de formación de grietas. (Mobasher, 2012).

En conjunto, explican su eficacia de refuerzo secundario del concreto, especialmente en aplicaciones orientadas al control de fisuración y al mejoramiento del comportamiento post-falla del material.

2.2.4.4 Dosificación de fibras

Es un aspecto clave para garantizar que el material reforzado alcance los beneficios esperados en términos de control de fisuración y mejoramiento del comportamiento mecánico, sin dañar su revenimiento ni la homogeneidad de la mezcla. La dosis óptima de fibras depende del tipo de fibra utilizada (microfibra o macrofibra), del objetivo del refuerzo que mejoran el concreto.

En el caso de las microfibras de polipropileno, los rangos usuales de dosificación se encuentran generalmente entre 0,6 y 1,0 kg/m³ de concreto. Estas dosificaciones son suficientes para controlar la fisuración por retracción plástica y por secado temprano, así como para reducir fenómenos como la exudación y la segregación en el concreto fresco. Debido a su reducido tamaño, las microfibras pueden incorporarse en bajas cantidades sin su resistencia, pero aportan beneficios importantes en la durabilidad y el acabado superficial del concreto (Zollo, 1997).

Las macrofibras de polipropileno requieren dosificaciones mayores, que usualmente oscilan entre 2,0 y 6,0 kg/m³, en función de su longitud de la fibra y del nivel de desempeño mecánico requerido. Estas fibras contribuyen de manera más

significativa al comportamiento post-fisuración, incrementando la resistencia residual a la flexión. En aplicaciones estructurales específicas, las macrofibras pueden incluso sustituir parcialmente el refuerzo tradicional, siempre que el diseño considere adecuadamente sus propiedades y limitaciones (di Prisco et al, 2013).

Los criterios técnicos de dosificación de fibras de polipropileno deben considerar, además del tipo y proporción de fibra, factores como revenimiento del concreto, la relación a/c, el método de mezclado y la uniformidad de la dispersión de las fibras. Una dosificación excesiva puede provocar problemas de aglomeración (balling effect), reducción de la trabajabilidad y dificultades durante la colocación y compactación del concreto. Por esta razón, es fundamental realizar ensayos preliminares de laboratorio que permitan ajustar la dosificación óptima, garantizando un equilibrio adecuado entre desempeño mecánico y facilidad constructiva (fib – Fédération internationale du béton, 2010).

En investigaciones orientadas al mejoramiento de las características, como el presente estudio, la selección de rangos de dosificación adecuados permite evaluar de manera objetiva de como incide las FP en la flexión y compresión, contribuyendo a establecer recomendaciones técnicas para su uso en condiciones locales específicas.

2.2.5 Influencia del concreto con fibras

Modifica su impacto en su tenacidad y su desempeño en servicio, principalmente mediante el control de la fisuración y la mejora del comportamiento post-fisuración. Aunque estas fibras no sustituyen al refuerzo convencional en todos los casos, su acción como refuerzo distribuido tridimensional permite optimizar propiedades clave del concreto, especialmente cuando se emplean dosificaciones y tipos de fibras adecuadas a los objetivos del diseño.

2.2.5.1 Incidencia en la resistencia a compresión

Efecto de la adición de fibras en la capacidad resistente

Ha sido ampliamente estudiada las fibras en el concreto, observándose que su incorporación no produce aumento de resistencia máxima a compresión. En algunos casos, incluso, se registran ligeras variaciones positivas o negativas dependiendo de la dosificación, la dispersión de las fibras y el revenimiento de la mezcla. Esto se debe a su tenacidad y está gobernada especialmente por la calidad de la pasta cementante, la relación a/c y la adherencia pasta-agregado, más que por la presencia de fibras sintéticas (Hughes y Fattuhi, 1976).

No obstante, aunque las FP no incrementan sustancialmente la resistencia última a compresión, sí contribuyen a mejorar la compresión al limitar la propagación de microfisuras internas. Este efecto permite una redistribución más uniforme de los esfuerzos y un comportamiento menos frágil previo a la falla. En consecuencia, el concreto fortificado con fibras puede presentar una mayor capacidad de deformación y una respuesta más estable frente a cargas sostenidas, lo cual resulta beneficioso para el desempeño estructural global (Swamy et al, 1974).

2.2.5.2 Incidencia en la resistencia a la flexión

Mejoramiento del comportamiento post-fisuración

Es una de las propiedades más influenciadas por la adición de fibras, a diferencia de la compresión, la flexión involucra esfuerzos de tracción indirecta, frente a los cuales el concreto convencional presenta una capacidad limitada. Las fibras de polipropileno actúan como puentes de unión entre las fisuras, consintiendo la transferencia de esfuerzos una vez que se inicia la fisuración del material (Gopalaratnam y Shah, 1987).

Este mecanismo de puenteo mejora notablemente el comportamiento post-fisuración del concreto, incrementando su tenacidad, aunque el incremento en la resistencia flexional máxima puede ser moderado, el aporte principal de las fibras se manifiesta en la resistencia residual y en la capacidad del concreto para soportar

deformaciones adicionales sin una falla súbita. Este comportamiento resulta especialmente ventajoso a impactos o deformaciones repetidas, donde el control de fisuras son factores críticos para la seguridad estructural (Li, 2002).

2.2.5.3 Control de fisuración

Reducción de fisuras por retracción plástica y secado

Durante las primeras horas posteriores al vaciado, el concreto experimenta pérdidas de humedad que generan tensiones internas, las cuales pueden dar lugar a fisuras superficiales si no se controlan adecuadamente. Las fibras, al estar uniformemente distribuidas en la mezcla, restringen el movimiento relativo de la matriz cementante y reducen la concentración de tensiones (Grzybowski y Shah, 1990).

Este efecto resulta especialmente relevante en climas secos o ventosos, donde la evaporación superficial es elevada. La reducción de fisuras tempranas no solo mejora el aspecto superficial del concreto, sino que también limita la formación de vías de ingreso para agentes agresivos. En consecuencia, al utilizar fibras de polipropileno mejora la eficacia inicial del hormigón y a reducir patologías asociadas a la fisuración prematura (Sivakumar y Santhanam, 2007).

2.2.5.4 Influencia en la durabilidad del concreto

Impacto en la vida útil y comportamiento frente a agentes externos

Se ve favorecida principalmente por la reducción de la fisuración y la consecuente baja la filtración del material. Al limitar la apertura y propagación de grietas, las fibras reducen el ingreso de agua y sulfatos, que pueden afectar la integridad del concreto y del refuerzo convencional (Neville, 2008).

Además, las fibras de polipropileno presentan una elevada resistencia química y no son susceptibles a procesos de corrosión, lo que garantiza su estabilidad en el ambiente altamente alcalino del concreto. Esta característica contribuye a mantener sus

propiedades a lo largo del tiempo, incluso en condiciones ambientales severas. Como resultado, las fibras en el concreto pueden presentar una vida útil prolongada y menores requerimientos de sostenimiento, especialmente en estructuras con ciclos de humedad y secado (Bentur et al, 1985).

2.2.6 Normativa aplicable

La normativa técnica constituye un marco importante para su producción, control de calidad y evaluación del concreto. En investigaciones relacionadas con su mejora el cumplimiento de normas reconocidas garantiza la confiabilidad de los resultados obtenidos y permite su comparación con estudios similares a nivel nacional e internacional. Este estudio se consideran normas técnicas nacionales e internacionales, así como estándares específicos para los ensayos de resistencia mecánica.

2.2.6.1 Normas técnicas del concreto

A. Norma Técnica Peruana (NTP)

Se establecen criterios mínimos para los bastos y procedimientos empleados en la producción y control del hormigón en el país. Estas normas regulan aspectos relacionados con el cemento, grava, arena, el agua de mezcla, la dosificación y los métodos de ensayo, asegurando cumplir con condiciones adecuadas de resistencia, durabilidad y seguridad estructural. El uso de las NTP es especialmente relevante en investigaciones desarrolladas en el contexto nacional, ya que permiten adaptar los criterios técnicos a las condiciones locales y a la disponibilidad de materiales, como es el caso de los agregados de la cantera Yaputira – Macusani

B. ASTM

Son normas internacionales ampliamente aceptadas en la construcción, incluyendo el concreto y sus componentes. Las normas ASTM proporcionan procedimientos detallados para la determinación de materiales, el diseño y la ejecución

de ensayos de laboratorio, lo que garantiza uniformidad y precisión en los resultados. En investigaciones académicas, el uso de normas ASTM permite validar experimentalmente el comportamiento del concreto y comparar los resultados con estudios desarrollados en otros contextos internacionales (ASTM International, 2020).

C. ACI – American concrete institute

Sus códigos y reportes técnicos establecen lineamientos para el diseño, la construcción y el control de calidad, incluyendo recomendaciones específicas para el uso de concreto reforzado con fibras. Las normas y guías del ACI son ampliamente utilizadas en proyectos de ingeniería civil y en investigaciones científicas, ya que proporcionan criterios actualizados basados en estudios experimentales y experiencia profesional acumulada (American Concrete Institute, 2018).

2.3 Marco conceptual

- a) **Arena:** Basto granular compuesto principalmente por arena natural o triturada, cuyas partículas pasan el tamiz N° 4 (4,75 mm), utilizado para cubrir espacios vacíos en el concreto.
- b) **Grava:** Material pétreo de mayor tamaño el cual se retiene en la malla número 4, como grava actuando como el esqueleto resistente del concreto.
- c) **Aditivos:** Se incorporan en pequeñas cantidades con el fin de mejorar el desempeño del concreto, su slump, su tiempo de fraguado, su maleabilidad.
- d) **Concreto:** Material compuesto resultante de la combinación de cemento, agua, arena, grava, que al endurecer logra una resistencia mecánica suficiente para su uso estructural.
- e) **Concreto con fibras:** Se incorpora fibras discontinuas y distribuidas uniformemente dentro de la matriz cementante, con el fin de mejorar su comportamiento mecánico y controlar la fisuración.

- f) **Dosificación:** Proceso de determinación de las cantidades adecuadas que conforman el concreto, con el objetivo de alcanzar requisitos determinados de resistencia, revenimiento y durabilidad.
- g) **Ensayo de compresión:** Prueba de laboratorio que accede determinar la resistencia del concreto endurecido al aplicar una carga axial hasta la falla de la probeta.
- h) **Ensayo de flexión:** Prueba que evalúa resistir cargas de tracción indirecta procedentes por cargas flexionantes, generalmente aplicada a vigas prismáticas.
- i) **Fibra de polipropileno:** Fibra sintética elaborada a partir de un polímero termoplástico, utilizada como refuerzo secundario en hormigón para mejorar y medir su fisuramiento.
- j) **Fisuración:** Formación de grietas en el concreto como consecuencia de esfuerzos mecánicos, retracción, cambios volumétricos o condiciones ambientales.
- k) **Macrofibras:** Fibras de polipropileno de mayor longitud y diámetro que contribuyen al aumento de la resistencia residual del concreto.
- l) **Microfibras:** Son de pequeño diámetro y corta longitud utilizadas especialmente para reducir la fisuración por retracción plástica y por secado temprano.
- m) **Retracción plástica:** Reducción volumétrica que ocurre en el concreto fresco durante las primeras horas después del vaciado, debido a la rápida evaporación del agua superficial.
- n) **Trabajabilidad:** el concreto fresco es manipulado de manera practica para luego ser trasladado, situado y compactado sin presentar segregación.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

Se entiende como el plan estructurado que orienta la recolección, el control y la observación de los datos, consintiendo responder a los objetivos planteados de manera sistemática y válida. A través del diseño se establecen los procedimientos experimentales y las condiciones bajo las cuales se manipulan las variables, garantizando que los resultados obtenidos puedan atribuirse con mayor certeza a los tratamientos aplicados y no a factores externos (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Nuestro trabajo es un diseño cuasi experimental, donde se manipuló de manera intencional nuestra variable independiente, correspondiente a la adición de FP en distintas proporciones, con el propósito de ver y analizar su efecto sobre las variables dependientes, compresión y flexotracción del concreto.

Corresponde a un diseño cuasi experimental totalmente al azar, ya que los especímenes de concreto fueron elaboradas y ensayadas con un control adecuado en el laboratorio, garantizando que todos los tratamientos tengan la misma probabilidad de ser evaluados, minimizando alterar los resultados.

El diseño experimental contempla la elaboración de un concreto patrón, sin adición de fibras, el cual sirve como referencia para la comparación de resultados, así como la elaboración de concretos en distintas cantidades de fibras de polipropileno.

3.2 Enfoque de la investigación

Corresponde a la perspectiva metodológica desde la cual se aborda el estudio y se analizan los datos obtenidos. En nuestro trabajo es un enfoque cuantitativo, porque va medir de manera objetiva de variables mediante ensayos experimentales y en el análisis de datos numéricos, lo que evaluó de manera precisa el efecto de la adición de FP en el concreto, garantizando resultados verificables y reproducibles (Creswell, 2014).

Su enfoque es cuantitativo, mide de manera objetiva las propiedades mecánicas del concreto a través de ensayos experimentales y análisis de datos numéricos.

Nuestra investigación es cuantitativa por las siguientes características

- Se miden variables numéricas de las pruebas de módulo de rotura y resistencia.
- Se realizan pruebas controlados en el laboratorio.
- Los resultados se expresan en valores medibles (kg/cm^2).
- Se comparan dosificaciones de fibras frente a un concreto patrón.

3.3 Nivel y tipo de investigación

3.3.1 Tipo de la investigación

La presente tesis es aplicada, debido a que utiliza conocimientos teóricos, principios científicos y normas técnicas existentes para solucionar distintos problemas con el mejoramiento del concreto con la adición de FP. (Rodríguez, 2020).

Los resultados conseguidos permiten generar información útil para su aplicación directa en el diseño y elaboración de concreto en condiciones reales, empleando agregados locales de la cantera Yaputira – Macusani, contribuyendo así a la optimización del desempeño del material en distintas obras.

3.3.2 Nivel de la investigación

Es explicativo, porque determina y analiza la relación de causa–efecto entre la adición de FP en el concreto, específicamente a resistencias de compresión y flexión. Permite explicar cómo y por qué la variable independiente influye sobre las variables dependientes, a partir de un manejo controlado en la dosificación de fibras y la observación de los resultados conseguidos mediante ensayos experimentales (Hernández-Sampieri, Fernández & Baptista, 2014).

El nivel es explicativo porque analiza la causa y efecto entre la adición de fibras de polipropileno y el comportamiento del concreto.

3.4 Población y muestra de la investigación

3.4.1 Población

Se define como el conjunto total de elementos, materiales o unidades de análisis que comparten características comunes y con el fin de tener datos para el estudio. Estos elementos constituyen el universo de interés del investigador y sirven como base para la selección de la muestra y la obtención de resultados representativos (Arias, 2012).

Está constituida por el concreto elaborado con agregados provenientes de la cantera Yaputira – Macusani, utilizado como material principal y analizar la adición de FP en sus propiedades mecánicas. Nuestra población son los concretos producidos con fibras en el distrito de Macusani.

3.4.2 Muestra

Se entiende como un pedazo el cual representa la población, selecta con el fin de analizar sus características y tener información que permita realizar inferencias válidas sobre el conjunto total de elementos de estudio. La adecuada selección de la muestra con el fin brindar la seguridad y validez de los nuestros resultados. (Hernández-Sampieri et al., 2014).

Se conformo briquetas y vigas de concreto hechas con agregados procedentes de la cantera Yaputira – Macusani, las cuales fueron fabricadas con distintos porcentajes de FP, incluyendo un concreto sin fibras. La muestra permitió hacer las pruebas a compresión y flexión las cuales fueron controlados en el laboratorio, garantizando la eficacia de los resultados obtenidos.

Tabla 3

Muestra de la elaboración con fibras para resistencia a compresión y flexión

Tipo de mezcla	f'c	Numero de muestras	Edad
Muestra sin fibra	Compresión	9 probetas cilíndricas	7, 14, 28 días
Muestra + 1% FP	Compresión	9 probetas cilíndricas	7, 14, 28 días
Muestra + 1.5% FP	Compresión	9 probetas cilíndricas	7, 14, 28 días
Muestra + 2% FP	Compresión	9 probetas cilíndricas	7, 14, 28 días
Muestra sin fibra	Flexión	3 vigas prismáticas	28 días
Muestra + 1% FP	Flexión	3 vigas prismáticas	28 días
Muestra + 1.5% FP	Flexión	3 vigas prismáticas	28 días
Muestra + 2% FP	Flexión	3 vigas prismáticas	28 días

Elaboramos especímenes en la cantidad de 36 broquetas y 12 prismáticas, teniendo un concreto sin fibras y tres dosificaciones diferentes de FP. Para cada tipo de mezcla se fabricaron nueve probetas y 3 vigas, distribuidas de acuerdo con los ensayos y edades de evaluación establecidas.

Las probetas destinadas a pruebas de resistencia a compresión fueron de forma cilíndrica y se ensayaron a los tiempos de 7, 14 y 28 días, elaborándose tres probetas por cada edad, lo que permitió obtener valores promedio representativos y reducir la variabilidad de los resultados. Estas edades de ensayo fueron seleccionadas debido a

que permiten evaluar el desarrollo progresivo de su resistencia, siendo los 28 días la edad de referencia para la resistencia de diseño.

Asimismo, en la flexotracción se elaboraron 3 vigas prismáticas, las cuales fueron ensayadas a un periodo de 28 días, considerando que a esta edad el concreto ha alcanzado la mayor parte de su resistencia mecánica. Para cada dosificación se ensayaron tres vigas, garantizando resultados confiables y comparables entre el concreto sin fibras y los concretos con adición de FP.

3.5 Técnicas e instrumentos

3.5.1 Técnicas

Se define como el conjunto de procedimientos específicos que el investigador utiliza con el fin de acopiar los datos de una manera controlada y sistematizada, permitiendo obtener información legítima y confiable sobre el fenómeno de estudio. Las técnicas facilitan la aplicación práctica del método científico y aseguran que los datos recogidos respondan según nuestros objetivos. (Sabino, 2014).

Nuestra técnica aplicada fue la observación experimentación, ya que se realizaron ensayos de laboratorio controlados para evaluar el efecto de la adición de FP en el concreto.

3.5.2 Instrumentos

Se refiere al medio o herramienta utilizada para registrar, medir y recopilar datos de manera sistemática durante el desarrollo de un estudio. Permiten obtener información precisa y objetiva sobre las variables analizadas, avalando la seguridad de los resultados cuando son aplicados de forma adecuada y conforme a los procedimientos establecidos (Arias, 2012).

Se emplearon los siguientes instrumentos, los cuales permitieron obtener información confiable sobre la elaboración del concreto con fibras.

- Prensa hidráulica: La prensa permitió aplicar cargas axiales controladas sobre las briquetas hasta su falla, registrando los valores máximos de carga soportada.
- Máquina de ensayo de flexión: Instrumento para determinar la resistencia a la flexión mediante la aplicación de cargas sobre probetas prismáticas, permitiendo evaluar el comportamiento del material frente a esfuerzos de tracción indirecta.
- Moldes cilíndricos: Moldes de plástico o de metal utilizados para la producción de briquetas destinadas al ensayo de resistencia a la compresión, garantizando dimensiones uniformes y condiciones adecuadas de moldeo.
- Moldes prismáticos: Moldes empleados para la fabricación de vigas prismáticas utilizadas, asegurando la geometría requerida por las normas técnicas.
- Balanza digital: Instrumento utilizado para el pesaje preciso de los materiales que utilizamos, asegurando una dosificación controlada.
- Ficha de registro de datos: Instrumento documental empleado para el registro de datos realizados en laboratorio, así como de las observaciones realizadas durante la realización del mezclado y su proceso.

3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación

Se verifica que los instrumentos de investigación midan de manera adecuada y pertinente las variables que se desean analizar. Un instrumento validado garantiza que los datos recolectados sean coherentes con los objetivos del estudio y representen fielmente el fenómeno investigado. En investigaciones experimentales, la validación se logra mediante el uso de instrumentos normalizados y aceptados técnicamente, así como por la aplicación correcta de procedimientos establecidos (Hernández-Sampieri et al., 2014).

Los instrumentos fueron validados porque son equipos normalizados y procedimientos reconocidos por normas técnicas, lo que garantiza la confiabilidad de los resultados.

3.6.2 Confiabilidad

En investigaciones experimentales, asegura a través de calibración adecuada de los equipos, la aplicación de procedimientos normalizados y la repetición de ensayos para obtener valores promedio representativos (Kerlinger & Lee, 2002).

La confiabilidad está garantizada porque los ensayos se realizaron con equipos calibrados y procedimientos normalizados, obteniendo resultados reproducibles.

3.7 Procedimiento de recolección de datos

Fue de manera sistemática y controlada nuestra investigación en laboratorio, siguiendo las normas técnicas vigentes para la elaboración y ensayo de concreto. En una primera etapa, realizamos los ensayos de caracterización de la rena y la grava.

Posteriormente, se procedió al diseño control, donde sirvió como referencia para la comparación de resultados. A partir de este diseño base, se definieron las dosificaciones de fibras de polipropileno, las cuales fueron incorporadas en diferentes proporciones a las mezclas de concreto. Todos los materiales fueron dosificados cuidadosamente utilizando una balanza digital para garantizar precisión en las proporciones establecidas.

Una vez elaboradas las mezclas, se realizó a elaborar las briquetas y vigas, las cuales fueron compactadas adecuadamente para evitar vacíos y asegurar la homogeneidad del concreto. Las probetas fueron identificadas y llevadas a un proceso de hidratación.

Finalmente, se llevaron a cabo la rotura a compresión y flexotracción a las edades correspondientes, utilizando equipos calibrados y siguiendo los procedimientos normalizados.

3.7.1 *Ensayos en laboratorio*

❖ CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

Equipos y materiales. Bandejas, Palas, Cucharón, Separador de muestra puede ser una regla o madera, Escoba y brochas, Plástico o lona para tender en el piso

Procedimiento

- Separamos las muestras tanto de la grava como de la arena con la malla número 4
- Echamos la muestra en la base de la lona y realizamos la mezcla de ida y vuelta con la pala
- Formamos la muestra en forma de una pila y luego aplanamos la punta de la muestra
- Formamos un círculo con un diámetro aproximado de 4 a 6 veces del espesor aproximadamente
- Empezamos a dividir el círculo en cuatro partes iguales con la yuda de la regla o separador
- Luego separamos cada una de las partes y limpiamos con la brocha
- Luego seleccionamos dos muestras las que estén en forma diagonal
- Finalmente pesamos la muestra y distribuimos para realizar nuestros ensayos de los agregados

❖ CONTENIDO DE HUMEDAD

Equipos y materiales. Horno con temperatura de 105° C, taras, bandejas, balanza, cucharón metálico.

Procedimiento:

- Cuartemos la muestra
- Anotamos la masa de la tara
- Colocamos el espécimen húmedo grava y arena en la tara y luego pesamos
- Ponemos la muestra al horno y calibramos a una T. de 105° C.
- El espécimen tiene que estar en el horno según el estado que se encuentre los áridos
- Sacamos el espécimen del horno y hacemos enfriar
- Anotamos la masa de la muestra seca más la tara

Figura 9

Ensayo de humedad de los agregados grava y arena



Nota. Proceso del ensayo de humedad de los agregados de la arena y la grava

❖ ENSAYO DE PESO UNITARIOS SUELTO Y VARILLADO

Equipos y materiales. Balanza, bandejas, molde para arena, molde para grava, varilla, brochas, bandejas, cucharón metálico, collarín metálico.

Procedimiento para arena y grava suelto

- Cuarteamos la muestra para tener una muestra representativa.
- Se realiza el ensayo de forma separada en una bandeja echamos el espécimen de la arena y en otra bandeja la grava
- Primero realizamos el peso unitario suelto echamos la muestra en el recipiente cilíndrico a caída libre
- Una vez que ya está lleno, enrasamos y limpiamos con la brocha y luego pesamos el recipiente con la muestra y anotamos
- El mismo procedimiento se realiza en arena y grava.

Procedimiento para arena y grava varillado

- Echamos la muestra en el recipiente metálico y ponemos en tres capas
- Cada capa debe ser varillada en 25 golpes a caída libre
- Luego llenamos el recipiente metálico enrasamos y limpiamos el molde para luego pesar y anotar
- Limpiamos y volvemos a realizar el ensayo por tres repeticiones

Figura 10

Ensayo del peso unitario arena y grava



Nota. Pesamos el molde luego echamos la muestra a caída libre y varillado y luego anotamos la muestra mas el recipiente.

❖ ENSAYO DE ABSORCIÓN Y PESO ESPECIFICO DE ARENA Y GRAVA

Equipos y materiales. Picnómetro, trono truncado, bandejas, taras, cucharon metálico, bandejas, agua destilada, probetas, balanza, horno. franela

Procedimiento de la grava

- Pesamos la muestra de la grava más o menos 1 kilo
- Luego echamos la muestra en una charola y echamos agua hasta que este encima de la muestra
- Saturamos la muestra por un día luego echamos el agua y con la franela quitamos el brillo del agua hasta que este superficialmente seca
- Anotamos la masa del picnómetro con agua
- Pesamos la muestra con una masa de 800 g y ponemos el agregado superficial al picnómetro y luego anotamos
- Agitamos para que no tenga aire dentro del picnómetro y luego pesamos

- Colocamos el espécimen en una charola y llevamos al horno
- Retiramos el espécimen del horno, se hace enfriar y luego anotamos la masa seca

Procedimiento de la arena

- Pesamos la muestra de la arena más o menos unos 2 kilos
- Luego echamos la muestra en nuestra en el recipiente y lo llenamos con agua
- Se deja saturar por un día y al día siguiente echamos el agua y hacemos secar por un tiempo determinado
- Seguidamente hacemos uso del cono truncado y echamos la muestra hasta que esté en forma de pirámide, para esto se coloca la muestra en tres capas, dos capas de 10 golpes y la tercera capa de 5 golpes
- Se pesa el espécimen más el picnómetro, ponemos el agua y el espécimen lo ponemos a nuestra tara
- Ponemos el espécimen con la tara al horno y hacemos secar por un día
- Pesamos y anotamos la muestra seca

Figura 11

Ensayo de absorción y peso específico arena y grava



Nota. Proceso de la absorción y peso específico de la arena y grava

❖ PROCESO DE ELABORACION DEL CONCRETO CON FP EN MOLDES DE PROBETAS Y VIGAS

Equipos y materiales. Moldes cilíndricos de briquetas, molde de vigas, regla, varilla de 5/8", flexómetro, balanza, probeta, martillo de goma, petróleo, cepillo metálico, pala, carretilla, bandejas, cucharón, fibras de polipropileno, cemento, agua, arena, grava,

Procedimiento:

- Limpiamos las briquetas con el cepillo y luego pasamos con petróleo para que no se adhiera al molde
- Pesamos los materiales que vamos usar las fibras de polipropileno, cemento, arena, grava, agua
- Una vez que ya pesamos echamos a la carretilla, la muestra se pesó para la elaboración de 3 briquetas
- Luego mezclamos de un lado para otro y luego echamos el agua y batimos uniformemente hasta que la mezcla este homogénea

- Echamos el concreto en tres capas y lo varillamos cada capa en 25 varilladas para las briquetas cilíndricas
- Mientras que para las vigas echamos en 2 capas y hacemos también el varillado y también damos pequeños golpes al molde para que saque su aire
- Una vez que esté lleno, limpiamos y enrasamos el molde y damos pequeños golpes con el martillo de goma para que no quede aire
- Repetimos el procedimiento de mezcla para cada porcentaje de fibra
- Finalmente cubrimos los moldes y lo dejamos que fragüe durante un día para luego desmoldar.

Figura 12

Elaboración del concreto con fibras de polipropileno



Nota. Proceso de elaboración del concreto con adición de fibras de polipropileno

❖ ENSAYO DE REVENIMIENTO O SLUMP

Equipos y materiales. Molde de Cono de Abrams, varilla de 5/8", base metálica, flexómetro, cucharón metálico, cronometro.

Procedimiento:

- El molde del cono lo humedecemos con agua para que el concreto no se pegue
- Echamos la muestra en tres capas cada capa lo varillamos con 25 varillados en toda el área
- Cuando ya está lleno alisamos
- Retiramos la muestra, si se cae el concreto lo volvemos a realizar
- Una vez que sacamos el molde ponemos al costado de la muestra y medimos desde la parte superior del cono hasta la parte más alta del molde con el flexómetro
- Anotamos el slump y limpiamos el molde

Figura 13

Elaboración del revenimiento del concreto fresco



Nota. Mezclamos de manera homogénea el concreto y luego realizamos el slump

❖ CURADO DE LAS PROBETAS

Equipos y materiales. Cepillo metálico, alicate, poso de curado

Procedimiento:

- Identificamos cada espécimen y protegemos, luego retiramos del molde
- Llenamos la posa de curado con agua hasta que cubra por completo los especímenes
- Llevamos a la posa de curado con mucho cuidado y colocamos a la posa
- Anotamos las fechas para luego ser sacadas según el orden de rotura
- La posa debe estar nivelada y controlamos la temperatura del agua

Figura 14

Curado del concreto en estado endurecido



Nota. Desmoldamos las probetas y curamos las probetas en la posa de curado con bastante cuidado luego de 24 horas de fraguado

❖ ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Equipos y materiales. Flexómetro, vernier, prensa hidráulica, brochas

Procedimiento:

- Sacamos las probetas de la posa de curado y dejamos secar
- Anotamos el diámetro de cada probeta y calculamos su área.
- Ponemos el espécimen en la prensa hidráulica para que se aplique la carga
- Una vez que falla la probeta anotamos a cuanto alcanzo la carga y su tipo de falla
- Retiramos la probeta y limpiamos la prensa hidráulica y repetimos ese proceso para cada probeta

Figura 15

Ensayo de resistencia a compresión



Nota. Medimos la probeta, luego aplicamos la carga y anotamos a cuanto fallo la probeta

❖ ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN

Equipos y materiales. Flexómetro, vernier, prensa hidráulica, brochas

Procedimiento:

- Sacamos las vigas prismáticas de posa de curado luego de 28 días y dejamos secar
- Anotamos el largo, ancho y altura de cada viga prismática
- Ponemos el molde de la base a la prensa hidráulica, encima del molde ponemos la viga y encima ponemos el molde de apoyo a 2 tercios
- Sometemos a carga la viga hasta que falle y retiramos la viga
- Limpiamos y realizamos el mismo procedimiento con cada viga

Figura 16

Ensayo de resistencia a flexión



Nota. Sometemos a carga que falle la viga y anotamos su carga.

3.8 Procesamiento y análisis de datos

El proceso y valoración de datos conlleva la clasificación, codificación y estudio de las evidencias acopiadas con el fin de transformar la información de relevancia y valor. En esta etapa, se emplean técnicas estadísticas y programas informáticos para mejorar, estructurar y examinar los datos, lo que simplifica la localización de patrones, tendencias e interrelaciones entre las variables en estudio. La meta es examinar los datos de forma



neutral y relevante, lo que facilita obtener conclusiones que estén en línea con los objetivos fijados y proponer información recolectada. Este procedimiento es esencial para confirmar la fiabilidad y la validez del estudio.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Se exponen y analizan las pruebas experimentales realizados al elaborar el concreto con adheridos naturales de la cantera Yaputira, los cuales fueron combinados con fibras en porcentajes distintos, los resultados incluyen la caracterización física de los adheridos, así como la evaluación a compresión y flexión.

4.1.1.1 Caracterización de los agregados

A. Resultados de las pruebas de humedad

Tabla 4

Resultados de humedad grava y arena

Descripción	Arena.	Grava.
Masa del tarro	38.00	35.60
Tarro + Masa de muestra húmeda	345.10	420.60
Tarro + Masa de muestra seca	327.10	415.60
Masa del agua	18.00	5.00
Masa de la muestra húmeda	307.10	385.00
Masa de la muestra seca	289.10	380.00
Humedad (%)	6.23 %	1.32 %

Nota: Los resultados de la muestra fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

INTERPRETACIÓN

La tabla 4, se determinó que la arena presenta humedad de 6.23 %, la grava presenta un valor menor significativo de 1.32 %. Esta diferencia se debe principalmente a la mayor área superficial y capacidad de absorción que caracteriza al agregado fino, el cual retiene más que la grava, el mayor contenido de humedad observado en la arena indica que este material contiene una cantidad considerable de agua libre, lo cual debe ser tomado en cuenta durante la dosificación, en contraste, la grava poca humedad, lo que sugiere una menor influencia en el ajuste del agua de mezclado. En consecuencia, los valores obtenidos hacen necesario realizar una corrección del agua de diseño del concreto, especialmente considerando la humedad del agregado fino.

B. Resultados de absorción y peso específico

Tabla 5

Resultados de absorción

Descripción	Arena.	Grava.
Masa del picnómetro + muestra + agua (W)	1628.07	1807.75
Masa muestra saturada (B)	500.00	800.00
Masa muestra seca (A)	483.15	783.94
Absorción $((B-A) \times 100) / A$	3.49%	2.05%

Nota: Los resultados de la muestra fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

INTERPRETACIÓN

En la Tabla 5, presenta una absorción moderada, como la obtenida en este estudio, es un indicador de que los agregados poseen una porosidad controlada para la

grava 2.05% y la arena 3.49%, lo que permite un comportamiento adecuado para el concreto al momento de su elaboración.

Tabla 6*Resultados de peso específico*

Descripción	Arena	Grava
Masa Pic. + M + A (W)	1628.07	1807.75
Masa del Pic. + A (Wc)	1313.60	1313.60
Masa de la muestra saturada (B)	500.00	800.00
Peso específico ((B / Wc+B-W))	2.69%	2.62%

Nota: Los resultados de la muestra fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

INTERPRETACIÓN

En la tabla 6, los cálculos fueron de 2.69% para arena y 2.62% para grava los cuales están dentro del rango lo cual es coherente con la naturaleza del material y su estructura interna, los cuales son una calidad aceptable para ser empleados en la producción del concreto.

C. Resultados de peso unitario suelto y varillado

Tabla 7*Resultados de peso unitario suelto de la grava*

Descripción	Densidad mínima grava		
Volumen molde	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
Masa del molde	7990 g	7990 g	7990 g
Muestra suelta + molde	12856 g	12888 g	12875 g
Masa muestra suelta	4866 g	4898 g	4885 g
Densidad	1.498 g/cm ³	1.507 g/cm ³	1.503 g/cm ³
Promedio	1.503 g/cm ³		

Nota: Los resultados de la muestra fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

INTERPRETACIÓN

En la Tabla 7, se obtuvo valor promedio de 1.503 g/cm³ del peso unitario suelto, es un parámetro importante, ya que accede empaquetamiento de las partículas, así como estimar los volúmenes de agregado necesarios para el diseño, un valor como el obtenido indica que la grava presenta una granulometría y forma de partículas adecuadas, permitiendo un acomodo razonable de los granos. En consecuencia, el agregado muestra un comportamiento adecuado en estado suelto, siendo apto para ser utilizado, siempre considerando este valor en el proceso de mezcla.

Tabla 8

Resultados de peso unitario varillado de la grava

Descripción	Densidad máxima grava		
Numero de capas	3.	3.	3.
Numero de golpes por capa	25.	25.	25.
Volumen molde	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
Masa del molde	7990 g	7990 g	7990 g
Muestra varillado + molde	13208 g	13235 g	13255 g
Masa de la muestra varillado	5218 g	5245 g	5265 g
Densidad	1.606 g/cm ³	1.614 g/cm ³	1.620 g/cm ³
Promedio	1.613 g/cm ³		

Nota: Los resultados de la muestra fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

INTERPRETACIÓN

En la tabla 8 los resultados obtenidos fueron 1.606 g/cm³, 1.614 g/cm³ y 1.620 g/cm³, resultando un valor promedio de 1.613 g/cm³. Este valor muestra la densidad máxima del agregado grueso, es decir, cuando las partículas han sido acomodadas mediante compactación mecánica. Como era de esperarse, el peso unitario varillado es

mayor que el peso unitario suelto, lo que confirma que el agregado presenta una buena capacidad de acomodamiento y reducción de vacíos al ser compactado, la diferencia de la densidad compactada y a caída libre indica que la grava posee una granulometría y forma de partículas adecuadas, permitiendo un empaquetamiento más eficiente al ser sometida a compactación, lo cual es favorable para su elaboración de mezcla.

Tabla 9

Resultados de peso unitario suelto de la arena

Descripción	Densidad mínima arena		
Volumen molde	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
Masa del molde	5975 g	5975 g	5975 g
Muestra suelta + molde	9395 g	9378 g	9386 g
Masa de la muestra suelta	3420 g	3403 g	3411 g
Densidad	1.629 g/cm ³	1.621 g/cm ³	1.625 g/cm ³
Promedio		1.625 g/cm ³	

Nota: Los resultados de la muestra fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

INTERPRETACIÓN

En la tabla 9, la densidad suelta fue realizada en tres repeticiones con la finalidad de obtener un valor representativo. Las densidades obtenidas fueron 1.629 g/cm³, 1.621 g/cm³ y 1.625 g/cm³, obteniéndose un valor promedio de 1.625 g/cm³. Este resultado representa la densidad mínima de la arena a caída libre, es decir, cuando las partículas se encuentran sin ningún tipo de compactación, está dentro del valor de arenas naturales usadas para la producción de concreto, este ensayo es un parámetro importante, ya que permite evaluar el grado de acomodo natural de las partículas y es un dato fundamental para el cálculo de volúmenes.

Tabla 10*Resultados de peso unitario varillado de la arena*

Descripción	Densidad máxima arena		
Numero de capas	3	3	3
Numero de golpes por capa	25	25	25
Volumen molde	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
Masa del molde	5975 g	5975 g	5975 g
Muestra varillado + molde	9638 g	9630 g	9588 g
Masa de la muestra varillado	3663 g	3655 g	3613 g
Densidad	1.745 g/cm ³	1.741 g/cm ³	1.721 g/cm ³
Promedio	1.736 g/cm ³		

Nota: Los resultados de la muestra fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

INTERPRETACIÓN

En la Tabla 10, se realizó en tres repeticiones siguiendo el procedimiento establecido, las densidades obtenidas fueron 1.745 g/cm³, 1.741 g/cm³, 1.721 g/cm³, obteniéndose un valor medio de 1.736 g/cm³, significa que la densidad máxima del agregado fino, es decir, cuando las partículas han sido acomodadas mediante compactación, como era de esperarse, el resultado es mayor que el de caída libre, lo cual evidencia que la arena presenta una buena capacidad de reducción de vacíos y de reacomodo de partículas bajo acción mecánica, la comparación indica que la arena posee una granulometría adecuada y una forma de partículas favorable, lo cual contribuye a tener más denso el concreto y con mejor comportamiento mecánico.

D. Resultados de la granulometría arena y grava

Tabla 11*Resultados de la granulometría de la grava*

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RET.	%RET.	% QUE
---------	----------	------	-------	-------	-------

	mm	RET.	P.	A.	PASA
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	187.60	5.36	5.36	94.64
1/2"	12.7	550.70	15.73	21.09	78.91
3/8"	9.52	1174.60	33.56	54.65	45.35
No4	4.76	1587.10	45.35	100.00	0.00
BASE.		0.	0	0	100.0
TOTAL.		3500.0	100.0		
%PERDIDA		0			

Nota: Los resultados de la muestra fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

INTERPRETACIÓN

En la Tabla 11, el análisis granulométrico de la grava proveniente de la cantera Yaputira – Macusani, el cual fue realizado mediante el método de tamizado, la mayor parte del material está en las mallas 3/8" y N° 4, donde se registra un 45.35 % del material retenido, lo cual evidencia una distribución granulométrica concentrada en tamaños intermedios, característica buena, la curva granulométrica correspondiente presenta una distribución continua y bien graduada del agregado, sin presencia significativa de vacíos en la gradación, lo cual contribuye a un mejor empaquetamiento de partículas y a una disminución de vacíos, asimismo, su pérdida es del 0%, entonces el procedimiento de ensayo se hizo correctamente, en efecto, el agregado grueso de la cantera Yaputira – Macusani presenta una granulometría adecuada y compatible con los requisitos para su uso en concreto, siendo apto para ser empleado en el diseño.

Figura 17

curva granulométrica de la grava

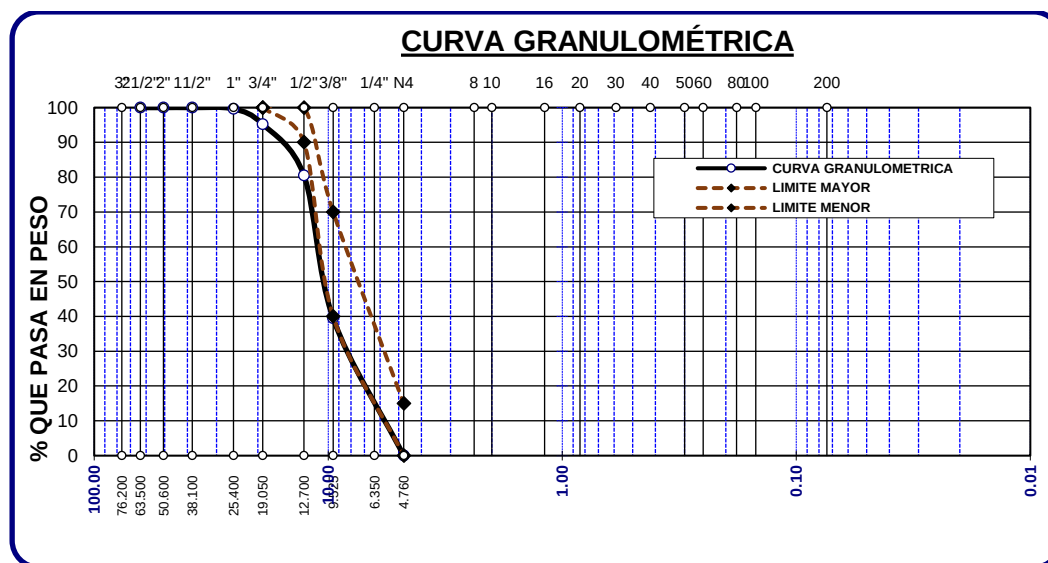


Tabla 12

Resultados de la granulometría de la arena

TAMICES	ABERTURA	PESOS	%RETENIDO	%RETENIDOS	% QUE
		RETENIDOS	PARCIAL	ACUMULADOS	PASA
No4	4.760	6.57	1.31	1.31	98.69
No8	2.380	91.24	18.25	19.56	80.44
No16	1.190	85.14	17.03	36.59	63.41
No30	0.590	108.27	21.65	58.24	41.76
No 50	0.300	129.30	25.86	84.10	15.90
No100	0.149	62.50	12.50	96.60	3.40
No200	0.074	10.03	2.01	98.61	1.39
FONDO		6.95	1.39	100	0.00
TOTAL		500.00	100.00		
% PERDIDA		1.39			

Nota: Los resultados de la muestra fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

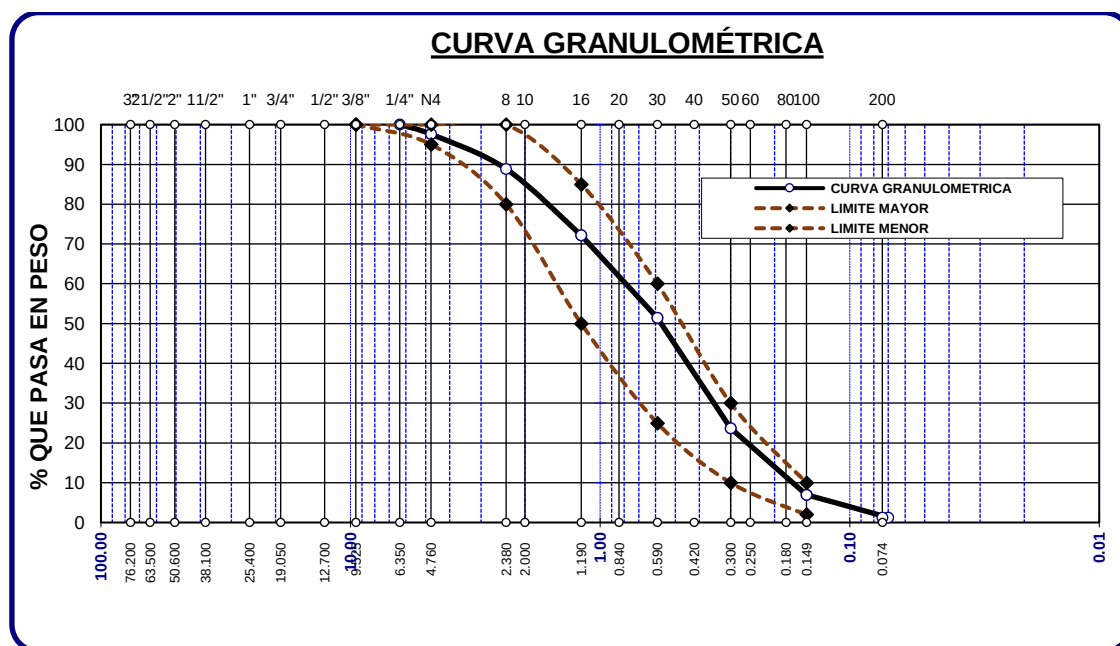
INTERPRETACIÓN

En la Tabla 12, el análisis granulométrico de la arena proveniente de la cantera Yaputira – Macusani, el cual fue realizado mediante el método de tamizado. Se muestra el 98.69 % que pasa de la malla N° 4, lo que indica que la arena cumple con la condición

básica de ser considerada un agregado fino, también, el contenido que pasa por la malla N° 200 es de 1.39 %, lo cual evidencia un bajo contenido de finos, favorable para la elaboración de concreto, gran cantidad del material se tienen en las mallas N° 30 y N° 50, donde se concentra aproximadamente el 47.51 % del material, lo cual indica una distribución granulométrica equilibrada dentro del rango de tamaños medios y finos. La curva granulométrica obtenida muestra una gradación continua, sin saltos bruscos entre tamices consecutivos, lo cual favorece un buen acomodo de las partículas y ayuda a la reducción de vacíos en la mezcla, la cantidad de pérdida del ensayo fue de 1.39 %, valor que se encuentra dentro de los límites aceptables, lo cual son correctos.

Figura 18

Curva granulométrica de la arena



❖ ELABORACIÓN DE LA MEZCLA POR EL MÉTODO ACI

Seguiremos la secuencia de los 12 pasos según nuestro método

1. Revenimiento de 3 a 4 pulgadas
2. TMN es de 3/4"
3. Agua 205 litros

4. El contenido de aire según tabla es de 2%
5. La relación a/c es 0.56
6. La cantidad de cemento utilizada será de $205 / 0.56 = 367 \text{ kg/m}^3$
7. Nuestro MF es de 2.96 entonces según tabla se recomienda usar 0.604 m^3 , entonces será $0.64 \times 1626 = 981 \text{ kg/m}^3$ de agregado grueso
8. ahora calculamos la cantidad de arena será de 734 kg/m^3
9. corrigiendo la humedad de los agregados
$$\text{Grava húmeda } 981 \times 1.01 = 994 \text{ kg}$$
$$\text{Arena húmeda } 734 \times 1.06 = 780 \text{ kg}$$
10. ahora ajustamos la absorción el cual no debe excluirse y ajustar la adición de agua, entonces será de 192 litros
11. entonces nuestra dosificación para un metro cubico será el siguiente:

Tabla 13*Dosificación para un diseño de 210 kg/cm^2*

Material	Cantidad (kg/m3)	volumen
Cemento	8.64 bolsas	1.00
Agua	192	0.52
Grava	994	2.71
Arena	780	2.12
Aire	2.0 %	

12. Nuestra dosificación por bolsa será la siguiente
 - Cemento. 42.50 kg
 - Arena húmeda 90.18 kg
 - Grava húmeda 115.00 kg
 - Agua 22.22 litros

- Fibra de polipropileno en cantidades de 0.5%, 1.5%, 2.5% en función del peso del cemento los cuales serán 0.2125 g, 0.6375 g, 1.0625 g.

4.1.2 Resultados del revenimiento del concreto con fibras de polipropileno

Tabla 14

Resultado del revenimiento del concreto con adición de FP

Descripción	Slump- pulg	Promedio
Especimen patrón	3.40	3.50"
	3.60	
	3.50	
Especimen con 0.5% FP	2.30	2.50"
	2.40	
	2.80	
Especimen con 1.5% FP	1.35	1.25"
	1.20	
	1.20	
Especimen con 2.5% FP	0.60	0.50"
	0.40	
	0.50	

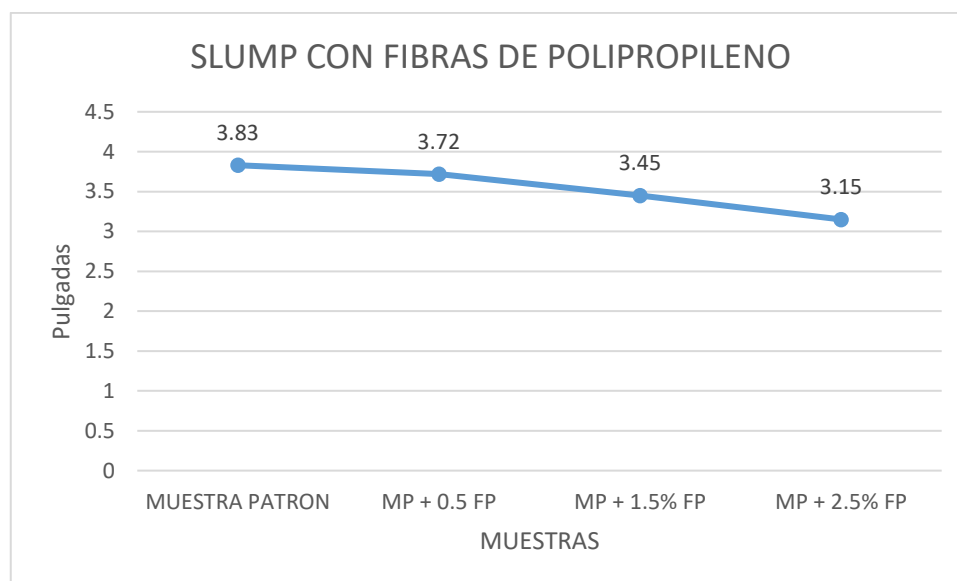
Nota: Los resultados de los especímenes fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

INTERPRETACIÓN

La tabla 14, muestra el revenimiento donde aumenta el porcentaje FP, se origina una baja progresiva y significativa del slump, pasando de un slump aproximado de 3.5" en la mezcla patrón a valores de 2.5", 1.25" y 0.5" para contenidos de fibra de 0.5%, 1.5% y 2.5%, respectivamente, entonces hay un incremento la fricción interna, sometiendo su capacidad de flujo y haciendo que el concreto se torne cada vez más rígido y difícil de compactar, especialmente para dosificaciones superiores al 1.5%, donde la pérdida de trabajabilidad es notable y puede afectar negativamente la colocación y el acabado si no se emplean medidas adicionales como el uso de aditivos plastificantes.

Figura 19

Slump del concreto con fibras de polipropileno



4.1.3 Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión con adición de fibras de polipropileno para un diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 15

Resultados de resistencia a compresión con adición de fibras de polipropileno a 7 días

Edad	Muestra	Área (cm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	%
7 días	M-1 SF	177.90	25880	145.48		
	M-2 SF	177.20	26010	146.79	145.64 kg/cm ²	69.35%
	M-3 SF	177.66	25700	144.66		
7 días	M-1 + 0.5% FP	177.70	26550	149.44		
	M-2 + 0.5% FP	177.20	27140	153.17	151.62 kg/cm ²	72.20%
	M-3 + 0.5% FP	177.66	27050	152.26		
7 días	M-1 + 1.5% FP	177.00	27120	153.26		
	M-2 + 1.5% FP	177.70	28100	158.17	155.91 kg/cm ²	74.24%

	M-3 + 1.5% FP	178.13	27840	156.29		
	M-1 + 2.5% FP	177.90	28530	160.38		
7 días	M-2 + 2.5% FP	177.40	29330	165.31	162.72 kg/cm2	77.49%
	M-3 + 2.5% FP	176.95	28750	162.48		

Nota: Los resultados de los especímenes fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

Tabla 16

Resumen de la resistencia a la compresión con fibras de polipropileno a los 7 días

Muestra	Días	Esf. de rotura kg/cm ²	f' _c (kg/cm ²)	%
Especimen control	7	145.64	210	69.35%
Especimen más 0.50% FP	7	151.62	210	72.20%
Especimen más 1.50% FP	7	155.91	210	74.24%
Especimen más 2.50% FP	7	162.72	210	77.49%

INTERPRETACIÓN

La tabla 16, nuestro valor promedio de 145.64 kg/cm² representa el 69.35% del diseño, en cambio las dosificaciones con 0.5%, 1.5% y 2.5% de fibra alcanzaron resistencias promedio de 151.62 kg/cm² (72.20%), 155.91 kg/cm² (74.24%) y 162.72 kg/cm² (77.49%), respectivamente, lo cual evidencia que existe mejoras al adicionar las FP desde edades tempranas, debido a que estas contribuyen a controlar la microfisuración y a optimizar la cohesión interna de la matriz, permitiendo un mejor aprovechamiento de la capacidad resistente.

Figura 20

Resistencia a compresión con adición de fibras de polipropileno a 7 días

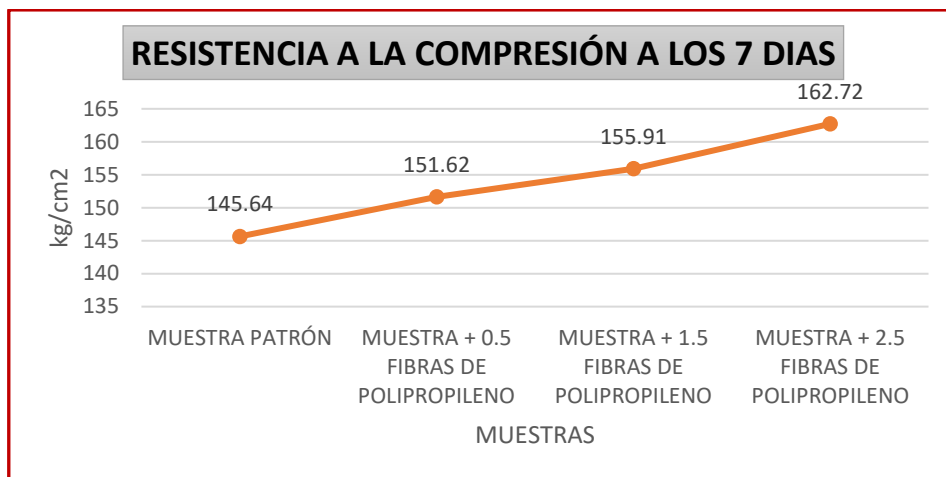


Tabla 17

Resultados de resistencia a compresión con adición de fibras de polipropileno a los 14 días

Edad	Muestra	Área (cm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	%
14 días	M-1 S.F.	177.00	31100	175.76	179.18 kg/cm ²	85.32%
	M-2 S.F.	177.40	32400	182.62		
	M-3 S.F.	177.90	31870	179.16		
14 días	M-1 + 0.5% FP	177.40	32070	180.76	185.39 kg/cm ²	88.28%
	M-2 + 0.5% FP	177.70	33200	186.87		
	M-3 + 0.5% FP	177.90	33540	188.54		
14 días	M-1 + 1.5% F.P	178.40	33770	189.33	191.10 kg/cm ²	91.00%
	M-2 + 1.5% FP	177.90	34310	192.87		
	M-3 + 1.5% FP	177.70	33950	191.10		
14 días	M-1 + 2.5% FP	177.40	34060	191.97	194.94 kg/cm ²	92.83%
	M-2 + 2.5% FP	177.70	35150	197.85		
	M-3 + 2.5% FP	177.90	34960	195.01		

Nota: Los resultados de los especímenes fueron obtenido del laboratorio de MSCA de la UANCV.

Tabla 18

Resumen de la resistencia a la compresión a los 14 días con fibras de polipropileno

Muestra	Días	Esf. de rotura kg/cm ²	f'c (kg/cm ²)	%
Espécimen control	14	179.18	210	85.32%
Espécimen más 0.50% FP	14	185.39	210	88.28%
Espécimen más 1.50% FP	14	191.10	210	91.00%
Espécimen más 2.50% FP	14	194.94	210	92.83%

INTERPRETACIÓN

La tabla 18, presenta los valores de rotura a 14 días, teniendo como resultado el concreto control tuvo un promedio de 179.18 kg/cm², representa el 85.32%, en cambio las dosificaciones con 0.5%, 1.5% y 2.5% de fibra registraron valores promedio de 185.39 kg/cm² (88.28%), 191.10 kg/cm² (91.00%) y 194.94 kg/cm² (92.83%), respectivamente, lo cual confirma que mejora el comportamiento mecánico del concreto a edades intermedias, debido a su capacidad de controlar la fisuración y mejorar la integridad del concreto, consintiendo un desarrollo más eficiente de nuestra resistencia.

Figura 21

Resistencia a compresión con adición de fibras de polipropileno a 14 días

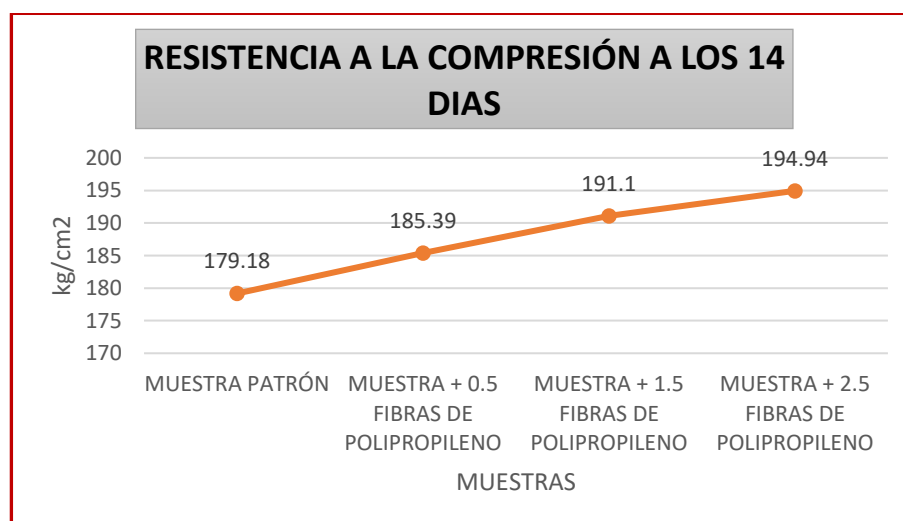


Tabla 19

Resultados de resistencia a compresión con adición de fibras de polipropileno a los 28 días

Edad	Muestra	Área (cm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	%
28 días	M-1 S.F	177.20	36900	208.25		
	M-2 S.F	177.40	38550	217.28	212.75 kg/cm ²	101.31%
	M-3 S.F	177.90	37840	212.72		
28 días	M-1 + 0.5% FP	177.90	39150	220.08		
	M-2 + 0.5% FP	177.40	40050	225.74	222.58 kg/cm ²	105.99%
	M-3 + 0.5% FP	177.00	39270	221.93		
28 días	M-1 + 1.5% FP	177.90	39670	223.00		
	M-2 + 1.5% FP	178.10	41650	233.82	229.08 kg/cm ²	109.09%
	M-3 + 1.5% FP	177.20	40830	230.43		
28 días	M-1 + 2.5% FP	177.70	43800	246.54		
	M-2 + 2.5% FP	177.20	43090	243.19	243.68 kg/cm ²	116.04%
	M-3 + 2.5% FP	177.70	42870	241.30		

Nota: Los resultados de los especímenes fueron obtenido del laboratorio de MSCA de la UANCV.

Tabla 20

Resumen de la resistencia a la compresión a los 28 días con fibras de polipropileno

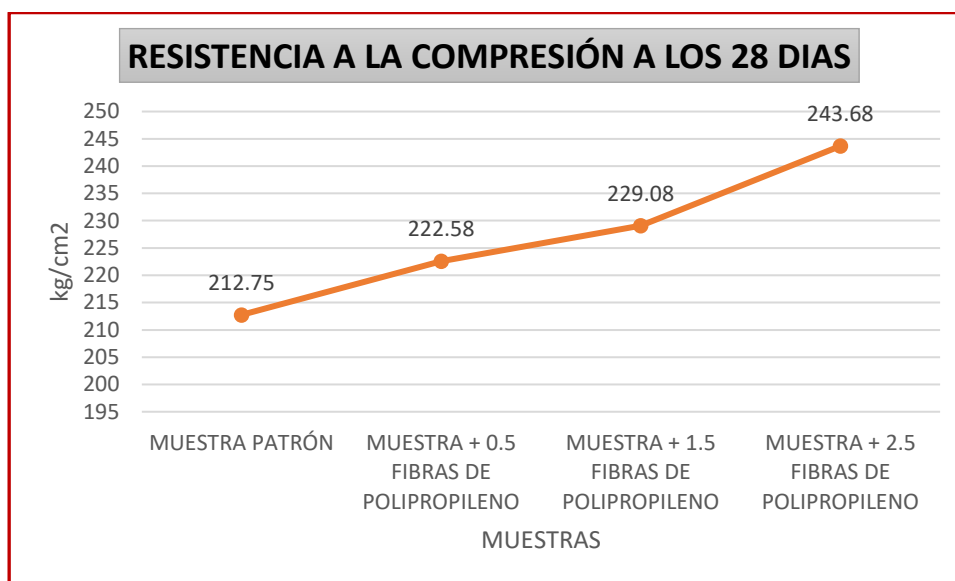
Muestra	Días	Esf. de rotura kg/cm ²	f'c (kg/cm ²)	%
Especímen control	28	212.75	210	101.31%
Especímen más 0.50% FP	28	222.58	210	105.99%
Especímen más 1.50% FP	28	229.08	210	109.09%
Especímen más 2.50% FP	28	243.68	210	116.04%

INTERPRETACIÓN

La tabla 20, tiene datos obtenidos del ensayo a compresión a los 28 días donde la mezcla patrón sin fibras fue de 212.75 kg/cm² (101.31%), mientras que las mezclas con 0.5%, 1.5% y 2.5% de fibras de polipropileno fue de 222.58 kg/cm² (105.99%), 229.08 kg/cm² (109.09%) y 243.68 kg/cm² (116.04%), respectivamente, lo cual evidencia que cumple con los rangos de la norma y también evidencia un incremento progresivo al adicionar las fibras, el cual atribuible al mejor control de la fisuración, mayor confinamiento de nuestra matriz y mejor capacidad de esfuerzos internos, confirmando un efecto positivo.

Figura 22

Grafico del comportamiento de resistencia a compresión con adición de fibras de polipropileno a 28 días



4.1.4 Resultados de la resistencia a la flexotracción con fibras de polipropileno

Tabla 21

Resultados de resistencia a flexión a los 28 días con adición de fibras de polipropileno

Edad	Muestra	Luz (cm)	Carga (kg)	Módulo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
------	---------	-------------	---------------	---	-----------------------------------

	M-1 SF	30.00	3770	33.49	
28 días	M-2 SF	30.00	3750	33.33	33.12 kg/cm2
	M-3 SF	30.00	3660	32.53	
	M-1 + 0.5% FP	30.00	3830	34.23	
28 días	M-2 + 0.5% FP	30.00	3790	33.55	34.34 kg/cm2
	M-3 + 0.5% FP	30.00	3980	35.24	
	M-1 + 1.5% FP	30.00	4230	37.85	
28 días	M-2 + 1.5% FP	30.00	4020	36.04	36.78 kg/cm2
	M-3 + 1.5% FP	30.00	4100	36.44	
	M-1 + 2.5% FP	30.00	4260	37.62	
28 días	M-2 + 2.5% FP	30.00	4190	37.12	37.60 kg/cm2
	M-3 + 2.5% FP	30.00	4320	38.07	

Nota: Los resultados de los especímenes fueron obtenidos del laboratorio de MSCA de la UANCV.

Tabla 22

Resumen de los resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días con fibras de polipropileno

Muestra	Días	Módulo de rotura kg/cm2	f'c (kg/cm2)
Especimen control	28	33.12	210
Especimen más 0.50% FP	28	34.34	210
Especimen más 1.50% FP	28	36.78	210
Especimen más 2.50% FP	28	37.60	210

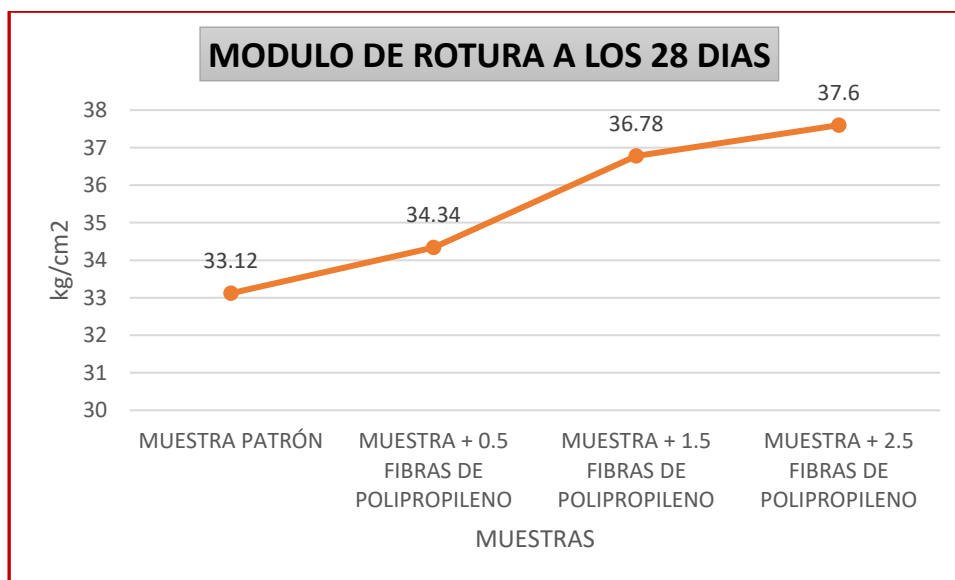
INTERPRETACIÓN

La tabla 22 muestra los valores del módulo de rotura a los 28 días donde las fibras incrementan su resistencia al concreto el cual reduce el fisuramiento y ayudan a tener un mayor control, teniendo resultados promedio de 33.12 kg/cm2 de la viga sin

fibras y con las adiciones de FP con el 0.5, 1.5%, 2.5% llegaron a 34.34 kg/cm², 36.78 kg/cm², 37.60 kg/cm² mostrando un incremento en su resistencia.

Figura 23

Grafico del módulo de rotura con fibras de polipropileno



4.2 Discusión de resultados

Los resultados de la caracterización física del de Yaputira – Macusani evidencian que estos presentan un material óptimo para elaborar un concreto, en cuanto a la absorción, se obtuvo un valor de 3.49% para la arena y 2.05% para la grava, lo cual indica una porosidad moderada, típica de agregados naturales, y resalta la necesidad de considerar estos valores en el ajuste de agua para asegurar que la relación a/c efectiva no se vea alterada. Estos valores no representan una limitación técnica, sino un comportamiento esperado en materiales pétreos de origen natural. Respecto al peso específico, los valores obtenidos de 2.69 para la arena y 2.62 para la grava se encuentran dentro de los rangos normalmente aceptados para agregados utilizados en concreto, lo cual confirma que se trata de materiales densos, estables y de buena calidad, los cuales son aceptables. en relación con los pesos unitarios, suelto y varillado,

los resultados muestran un comportamiento coherente y consistente, observándose un incremento de la densidad al pasar del estado suelto al compactado, tanto en la arena como en la grava. Este comportamiento confirma que los agregados presentan una buena capacidad de reacomodo de partículas y reducción de vacíos, lo cual es favorable para la obtención de concretos más densos y con mejor desempeño mecánico. Finalmente, el análisis granulométrico de la arena y la grava muestra que ambos agregados presentan una gradación continua y adecuada, con bajo contenido de finos y sin saltos bruscos en la distribución de tamaños, lo cual favorece el empaquetamiento de partículas, la reducción de vacíos y la trabajabilidad de la mezcla. En conjunto, estas características explican en parte el buen comportamiento mecánico del concreto patrón y proporcionan una base sólida para que los efectos del refuerzo con fibras de polipropileno se manifiesten de manera eficiente en las mezclas estudiadas.

En primer lugar, los resultados del ensayo de revenimiento (slump) presenta disminución cuando se va aumentando el porcentaje de fibras, lo cual concuerda con el comportamiento reportado en la literatura técnica, ya que las fibras incrementan la fricción interna, la cohesión de la mezcla y la superficie específica del sistema, dificultando el flujo del concreto. Este efecto es moderado para el 0.5% de fibra, pero se vuelve considerable para contenidos de 1.5% y 2.5%, lo que indica que para porcentajes elevados sería recomendable el uso de aditivos plastificantes o superplastificantes para mantener una adecuada trabajabilidad sin alterar la relación agua/cemento.

Respecto a la resistencia a la compresión, los resultados a 7, 14 y 28 días muestran un incremento progresivo de la resistencia conforme aumenta el contenido de fibras. A los 28 días, edad normativa para la verificación de la resistencia de diseño, no solo se cumple la resistencia especificada de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sino que se supera en todas las mezclas, alcanzando incrementos de hasta 16% en la mezcla con 2.5% de



fibra. Este comportamiento se explica porque las fibras de polipropileno contribuyen al control de la microfisuración, mejoran la integridad de la matriz cementicia y permiten una mejor redistribución de esfuerzos internos, retrasando la propagación de grietas y el colapso frágil del material.

En cuanto a la resistencia a la flexión, los resultados muestran también una mejora clara y sostenida del módulo de rotura con el incremento del contenido de fibras, pasando de 33.12 kg/cm² en el concreto patrón a 37.60 kg/cm² con 2.5% de fibra, lo cual confirma que el principal beneficio del refuerzo con fibras se manifiesta en los esfuerzos de tracción indirecta, donde las fibras actúan como puentes de unión entre fisuras, incrementando la tenacidad, ductilidad y capacidad de absorción de energía del concreto.

Finalmente, desde un punto de vista técnico, se observa que contenidos moderados de fibra (como 0.5% y 1.5%) ofrecen un buen equilibrio entre trabajabilidad y mejora mecánica, mientras que contenidos mayores (2.5%) proporcionan mayores resistencias, pero con una penalización importante en la trabajabilidad, lo cual debe ser considerado en aplicaciones prácticas.

CONCLUSIONES

C. GENERAL. La investigación demostró que al añadir las FP mejora significativamente el concreto elaborado con adheridos procedentes de la cantera Yaputira – Macusani, ya que, si bien se muestra una pequeña baja en su slump, el tanto el concreto en cuanto a resistencia tiene aumentos progresivos en la resistencia a la compresión y flexión, cumpliendo y superando el diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, lo que confirma la viabilidad técnica del uso de FP como material de refuerzo para optimizar el desempeño del concreto.

PRIMERO. Los agregados provenientes de la cantera Yaputira – Macusani presentan características físicas y granulométricas adecuadas, ya que los resultados de absorción, peso específico, pesos unitarios y granulometría se encuentran dentro de rangos técnicamente aceptables, mostrando una buena gradación, densidad apropiada y capacidad de reacomodo de partículas, lo cual permitió tener un buen comportamiento mecánico y una base confiable para evaluar el efecto de las FP.

SEGUNDO. La adición de las fibras produjo un incremento progresivo en la resistencia a la compresión, alcanzándose a los 28 días valores superiores a la resistencia de diseño en todas las mezclas, con un aumento de hasta 16% en la mezcla con 2.5% de fibra, lo que evidencia que las fibras contribuyen al control de la micro fisuración y a una mejor redistribución de esfuerzos internos en la matriz cementicia.

TERCERO. En cuanto a la resistencia a flexión muestra un aumento notable con la adición de FP, incrementándose el módulo de rotura de 33.12 kg/cm^2 en el concreto sin fibra hasta 37.60 kg/cm^2 con 2.5% de fibra, lo que confirma que el principal beneficio del refuerzo con fibras, mejorando su tenacidad, ductilidad y control de fisuración.

RECOMENDACIONES

1. Debe evaluar en futuras investigaciones otros porcentajes intermedios de fibras de polipropileno (por ejemplo, 0.75%, 1.0% o 2.0%), con la finalidad de determinar un contenido óptimo que permita maximizar las mejoras mecánicas del concreto sin afectar significativamente la trabajabilidad.
2. Considerando que el incremento del contenido de fibras reduce la trabajabilidad del concreto en estado fresco, se recomienda estudiar el uso de aditivos plastificantes o superplastificantes en combinación con fibras de polipropileno, a fin de mejorar la fluidez de la mezcla sin modificar la relación agua/cemento y sin perjudicar las resistencias mecánicas.
3. Se recomienda comparar el comportamiento de los agregados de la cantera Yaputira – Macusani con agregados de otras canteras de la región, para determinar la influencia del origen del agregado en el comportamiento del concreto reforzado con fibras.
4. Finalmente, se sugiere realizar estudios a escala real o en elementos estructurales (vigas, losas o pavimentos) con concreto reforzado con FP, con el fin de verificar el comportamiento estructural, la fisuración y la ductilidad en condiciones más cercanas a la práctica constructiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Abousnina, R., Premasiri, S., Anise, V., Lokuge, W., Vimonsatit, V., Ferdous, W., & Alajarmeh, O. (2021). *Mechanical properties of macro polypropylene fibre-reinforced concrete*. *Polymers*, 13(23), 4112. <https://doi.org/10.3390/polym13234112>
- Alexander, M. G., & Mindess, S. (2005). *Aggregates in concrete*. Taylor & Francis.
- Alhozaimey, A. M., Soroushian, P., & Mirza, F. (1996). *Mechanical properties of polypropylene fiber reinforced concrete*. *Cement and Concrete Composites*, 18(2), 85–92. [https://doi.org/10.1016/0958-9465\(95\)00023-1](https://doi.org/10.1016/0958-9465(95)00023-1)
- American Concrete Institute (ACI). (2019). *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-19)*. ACI.
- American Concrete Institute. (2019). *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-19) and commentary*. ACI.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6.^a ed.). Episteme.
- ASTM International. (2018). *ASTM C138/C138M-18: Standard test method for density (unit weight), yield, and air content of concrete*. ASTM International.
- ASTM International. (2018). *ASTM C138/C138M–18: Standard test method for density (unit weight), yield, and air content of concrete*
- ASTM International. (2020). *ASTM C39/C39M–20: Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens*.
- Balaguru, P. N., & Shah, S. P. (1992). *Fiber-reinforced cement composites*. McGraw-Hill.
- Banthia, N., & Gupta, R. (2006). Influence of polypropylene fiber geometry on plastic shrinkage cracking in concrete. *Cement and Concrete Research*, 36(7), 1263–1267. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2006.01.010>
- Bentur, A. (2002). Cementitious composites—Nine lives and counting. In A. Bentur & S. Mindess (Eds.), *Fibre reinforced cementitious composites* (pp. 1–20). Taylor & Francis.

- Bentur, A., Diamond, S., & Mindess, S. (1985). The microstructure of the steel fibre–cement interface. *Journal of Materials Science*, 20(10), 3610–3620.
- Calixto Tarazona, E. A. (2022). *Estudio de influencia de la adición de fibras de polipropileno en la resistencia a compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados del cerro Marabamba, Huánuco – 2021*. Repositorio institucional de la Universidad de Huánuco.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- de la Peña, J. A., & Fernández, M. (2009). *Aditivos para hormigón: Tecnología y aplicaciones*. Editorial AENOR
- di Prisco, M., Plizzari, G., & Vandewalle, L. (2009). *Fibre reinforced concrete: New design perspectives*. *Materials and Structures*, 42(9), 1261–1281. <https://doi.org/10.1617/s11527-009-9529-4>
- Dodson, V. H. (2010). *Concrete admixtures* (2nd ed.). CRC Press.
- Estofanero Huamán, E. C. (2022). *Análisis de las propiedades del concreto fresco y endurecido para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en la avenida Huancané – Juliaca*. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.
- fib – Fédération internationale du béton. (2010). *fib Model Code for Concrete Structures 2010*. Ernst & Sohn.
- Gambhir, M. L. (2013). *Concrete technology: Theory and practice* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Gopalaratnam, V. S., & Shah, S. P. (1987). Softening response of plain concrete in direct tension. *ACI Materials Journal*, 84(4), 310–323.
- Grzybowski, M., & Shah, S. P. (1990). Shrinkage cracking of fiber reinforced concrete. *ACI Materials Journal*, 87(2), 138–148.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.



- Hughes, B. P., & Fattuhi, N. I. (1976). Impact resistance of steel fibre reinforced concrete. *Magazine of Concrete Research*, 28(97), 241–250.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2017). *Mapa geológico del Perú*. INGEMMET.
- Kandhal, P. S., & Parker, F. (1998). *Aggregate tests related to asphalt concrete performance in pavements*. National Asphalt Pavement Association.
- Karger-Kocsis, J. (Ed.). (2012). *Polypropylene: Structure, blends and composites* (2nd ed.). Springer.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., & Panarese, W. C. (2008). *Design and control of concrete mixtures* (14th ed.). Portland Cement Association.
- Lamond, J. F., & Pielert, J. H. (Eds.). (2006). *Significance of tests and properties of concrete and concrete-making materials*. ASTM International.
- Liu, J., Jia, Y., & Wang, J. (2019). *Experimental Study on Mechanical and Durability Properties of Glass and Polypropylene Fiber Reinforced Concrete*. *Fibers and Polymers*, 20, 1900–1908
- Liu, Yanzhu , Wang, Liang , Cao, Ke , Sol, Lei , *Revisión sobre la durabilidad del hormigón reforzado con fibra de polipropileno* , *Avances en Ingeniería Civil* , 2021 , 6652077, 13Páginas , 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6652077>
- Mallick, P. K. (2008). *Fiber-reinforced composites: Materials, manufacturing, and design* (3rd ed.). CRC Press.
- Mamlouk, M. S., & Zaniewski, J. P. (2011). *Materials for civil and construction engineers* (3rd ed.). Pearson Education.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Mendoza, J., Aire, R., & Dávila, P. (2011). *Influencia de adiciones en las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras*. *Revista de Ingeniería Civil*, 15(2), 45–58.
- Merma, R. (2022). *Influencia de fibra de polipropileno en las propiedades del concreto para pavimento rígido en av. La Florida - Cusco 2021*. [https://purl.org/pe-repo/renati/type#tesis, Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13052>



- Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). *Concrete* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Mobasher, B. (2012). *Mechanics of fiber and textile reinforced cement composites*. CRC Press.
- Mori Rojas, J., & Perez Mora, G. A. (2023). *Influencia de adición de la fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido de 280kg/cm² - Trujillo*.
- Naaman, A. E. (2003). *Engineered steel fibers with optimized properties for reinforcement of cement composites*. University of Michigan.
- Neville, A. M. (2008). *Properties of concrete* (5th ed.). Pearson Education.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete technology* (2nd ed.). Pearson Education.
- Park, R., & Paulay, T. (1975). *Reinforced concrete structures*. John Wiley & Sons.
- Peijs, T. (2003). Composites: Overview. In K. H. J. Buschow, R. W. Cahn, M. C. Flemings, B. Ilshner, E. J. Kramer, S. Mahajan, & P. Veyssi re (Eds.), *Encyclopedia of Materials: Science and Technology* (pp. 1–10). Elsevier.
- Perca, G. I. (2017). *Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm²*. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.
- Popovics, S. (1998). *Strength and related properties of concrete: A quantitative approach*. John Wiley & Sons.
- Powers, T. C. (2011). *The properties of fresh concrete*. John Wiley & Sons.
- Ramezaniapour, A. A. (2014). *Cement replacement materials: Properties, durability, sustainability*. Springer.
- Sabino, C. (2014). *El proceso de investigación*. Editorial Panapo.
- Savastano, H., Warden, P. G., & Coutts, R. S. P. (2005). Microstructure and mechanical properties of cementitious composites reinforced with vegetable fibres. *Cement and Concrete Composites*, 27(5), 583–592. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.09.009>
- Sivakumar, A., & Santhanam, M. (2007). Mechanical properties of high strength concrete reinforced with metallic and non-metallic fibres. *Cement and Concrete*



Composites, 29(8), 603–608.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2007.03.006>

Soroushian, P., & Bayasi, Z. (1991). Fiber type effects on the performance of steel fiber reinforced concrete. *ACI Materials Journal*, 88(2), 129–134.

Swamy, R. N., Mangat, P. S., & Rao, C. V. S. K. (1974). The mechanics of fiber reinforcement of cement matrices. *Journal of Materials Science*, 9(2), 312–323.

Tattersall, G. H., & Banfill, P. F. G. (2011). *The rheology of fresh concrete* (2nd ed.). CRC Press.

Taylor, H. F. W. (2007). *Cement chemistry* (2nd ed.). Thomas Telford Publishing.

Zollo, R. F. (1997). Fiber-reinforced concrete: An overview after 30 years of development. *Cement and Concrete Composites*, 19(2), 107–122.
[https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(96\)00046-7](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(96)00046-7)



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema General: ¿Cómo incide la incorporación de fibras de polipropileno en las propiedades mecánicas del concreto elaborado con agregados procedentes de la cantera Yaputira – Macusani?	Objetivo General: Evaluar la adición de fibras de polipropileno en las propiedades del concreto realizados con agregados provenientes de la cantera Yaputira – Macusani.	Hipótesis General: La adición de fibras de polipropileno mejora significativamente el concreto hecho con agregados de la cantera Yaputira – Macusani, en comparación con el concreto convencional sin fibras.	Variable Independiente Fibras de polipropileno Dimensiones: 0.5%, 1.5%, 2.5%	Tipo. Aplicada Enfoque. Cuantitativo Nivel. Explicativo Diseño. Cuasi experimental Técnica. Observación experimental Instrumentos Balanzas, cono de Abrams, prensa hidráulica
Problemas Específicos 1. ¿Cómo será la caracterización del agregado de la cantera Yaputira- Macusani? 2. ¿Cuál es la influencia de las fibras de polipropileno en cantidades de 0.5%, 1.5%, 2.5% en la resistencia a compresión? 3. ¿Cuál es la influencia de las fibras de polipropileno en cantidades de 0.5%, 1.5%, 2.5% en la resistencia de flexotracción?	Objetivos Específicos 1. Caracterizar las propiedades de los agregados procedentes de la cantera Yaputira – Macusani. 2. Determinar cómo incide las fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión. 3. Analizar la influencia de las fibras de polipropileno en la resistencia a flexotracción.	Hipótesis Específicas 1. Los agregados provenientes de la cantera Yaputira – Macusani muestran características físicas adecuadas para la producción de concreto estructural, lo que permite su uso en mezclas con y sin fibras de polipropileno. 2. La incorporación de fibras de polipropileno aumenta la resistencia a la compresión siendo el 2.5% la dosificación óptima, mejorando su comportamiento mecánico respecto a un concreto sin fibras. 3. La incorporación de fibras de polipropileno mejora la resistencia a la flexión siendo el 2.5% la dosificación óptima, ya que reduce la fisuración y mejora la ductilidad del material.	Variable Dependiente Propiedades mecánicas del concreto Dimensiones: - Revenimiento - Resistencia a compresión - Resistencia a flexotracción	

Anexo 2. Panel fotográfico



1. ENSAYOS FÍSICOS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA, CUARTEO DE LA MUESTRA, GRANULOMETRIA, PESOS UNITARIOS, ABSORCIÓN, PESO ESPECIFICO Y SECADO AL HORNO



2. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS MEZCLAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, PRUEBAS DE SLUMP, MOLDEADO Y CURADO DE PROBETAS



3. PROCESO DE ROTURA DE LAS PROBETAS Y VIGAS EN LA PRENSA HIDRAULICA, MEDIMOS LOS ESPECIMENES, SE COLOCA EL ESPECIMEN EN LA PRENSA HIDRAULICA, SE SOMETE A CARGA HASTA FALLAR Y ANOTAMOS LA CARGA Y EL TIPO DE FALLA



Anexos 3. Certificados de laboratorio



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI
SOLICITANTE : Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISPE
MUESTRA : GRAVA - ARENA
FECHA : 15 DE NOVIEMBRE DEL 2023

MUESTRA : ARENA	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	345.10
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	327.10
PESO DEL TARRO (gr.)	38.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	307.10
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	289.10
PESO DEL AGUA (gr.)	18.00
% HUMEDAD	6.23

MUESTRA : GRAVA	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	420.60
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	415.60
PESO DEL TARRO (gr.)	35.60
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	385.00
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	380.00
PESO DEL AGUA (gr.)	5.00
% HUMEDAD	1.32

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
MIDWARD BENAVENTE QUISPE
CIP 100067

B. N° 006-00274297



TESIS

SOLICITANTE

CANTERA

LUGAR

FECHA

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI

Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISEPÉ

YAPUTIRA - MACUSANI

DISTRITO DE MACUSANI

15 DE NOVIEMBRE DEL 2023

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>483.15</u>
N° 4	6.57	1.31	1.31	98.69	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	91.24	18.25	19.56	80.44	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1313.60</u>
N° 16	85.14	17.03	36.59	63.41	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1628.07</u>
N° 30	108.27	21.65	58.24	41.76	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	129.30	25.86	84.10	15.90	Wc+B =	<u>1814</u> Wc+B-W = <u>186</u>
N° 100	62.50	12.50	96.60	3.40	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{2.69}{2.69} \text{ gr/cm}^3$
N° 200	10.03	2.01	98.61	1.39	ABSORCIÓN	
FONDO	6.95	1.39	100.00	0.00	B =	<u>500.00</u> B-A = <u>16.85</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{3.49}{3.49} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MODULO DE FINEZA					2.96	

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>783.94</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	0	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1313.60</u>
3/4"	188	4.69	4.69	95.31	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1807.75</u>
1/2"	551	13.77	18.46	81.54	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	1175	29.37	47.82	52.18	Wc+B =	<u>2114</u> Wc+B-W = <u>306</u>
1/4"					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{2.62}{2.62} \text{ gr/cm}^3$
N° 4	1587	39.68	87.50	12.50	ABSORCIÓN	
FONDO	0.00	0.00	87.50	12.50	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>16.06</u>
SUMA	3500.00	87.50			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{2.05}{2.05} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - MCP
CAP INGENIERÍA CIVIL
Miguel Ángel García Torres
CIP 103267

B. N° 006-00274297



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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI

SOLICITANTE : Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISPE

MUESTRA : ARENA

FECHA : 15 DE NOVIEMBRE DEL 2023

TAMICES	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM							
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
Nº4	4.760	6.57	1.31	1.31	98.69	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.96
Nº8	2.380	91.24	18.25	19.56	80.44		
Nº10	2.000						
Nº16	1.190	85.14	17.03	36.59	63.41	50 - 85 %	
Nº20	0.840						
Nº30	0.590	108.27	21.65	58.24	41.76	25 - 60 %	
Nº40	0.420						
Nº50	0.300	129.30	25.86	84.10	15.90	10 - 30 %	
Nº60	0.250						
Nº80	0.180						
Nº100	0.149	62.50	12.50	96.60	3.40	2-10%	
Nº200	0.074	10.03	2.01	98.61	1.39		
BASE		6.95	1.39	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.39					

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



YANCY TUPAC
CAP INGENIERÍA CIVIL
Firma: ROYALDO YAMAY TORRES
CIP 103287

B. Nº 006-00274297



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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI

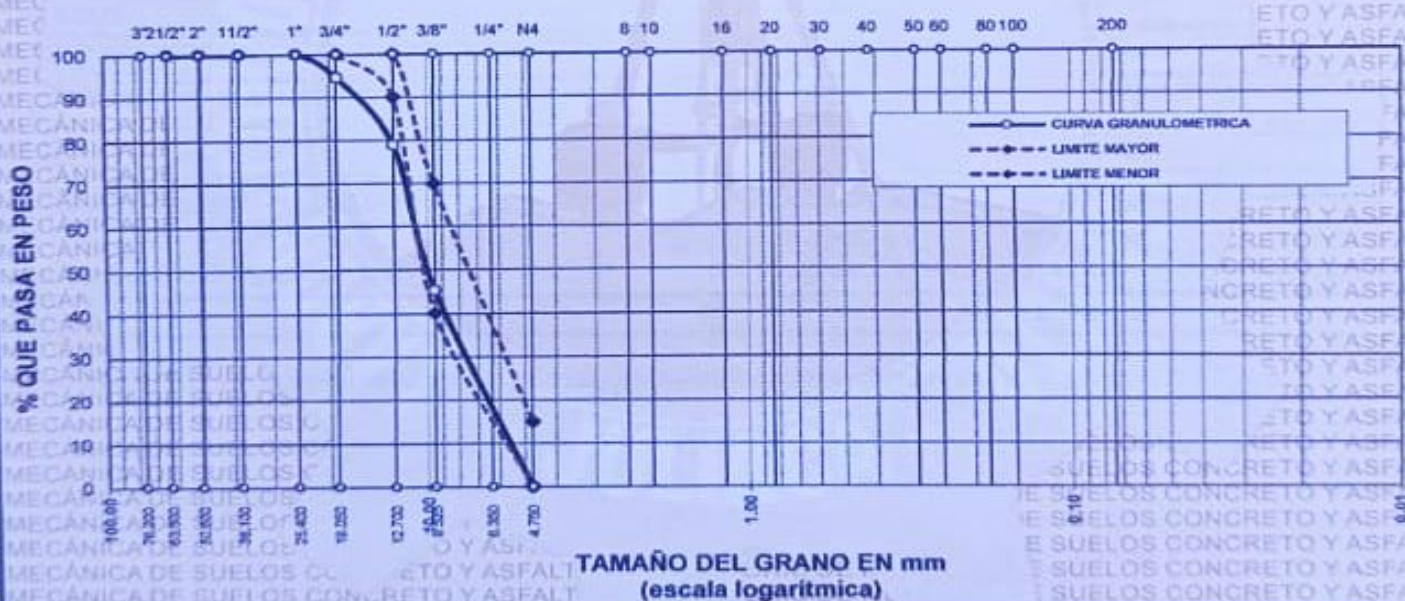
SOLICITANTE: Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISPE

MUESTRA: GRAVA

FECHA: 15 DE NOVIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Tamaño máx. nominal = 3/4"
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	187.60	5.36	5.36	94.64	100 %	
1/2"	12.700	550.70	15.73	21.09	78.91	90 - 100 %	
3/8"	9.525	1174.60	33.56	54.65	45.35	40 - 70 %	
1/4"	6.350						
No.4	4.760	1587.10	45.35	100.00	0.00	0 - 15 %	
BASE		0.00	0.00	0.0	100.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

[Firma]
DANIEL F. FLORES
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
Mg. ARMANDO TORRES
CIP 103267

B. N° 006-00274297



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

PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI

SOLICITANTE : Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISPE

MUESTRA : ARENA

FECHA : 15 DE NOVIEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5975 gr	5975 gr	5975 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9395.00 gr	9378.00 gr	9386.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3420.00 gr	3403.00 gr	3411.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.629 gr/cm ³	1.621 gr/cm ³	1.625 gr/cm ³
PROMEDIO	1.625 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5975 gr	5975 gr	5975 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9638.00 gr	9630.00 gr	9588.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3663.00 gr	3655.00 gr	3613.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.745 gr/cm ³	1.741 gr/cm ³	1.721 gr/cm ³
PROMEDIO	1.736 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
MIDWARD BENAVENTE QUISPE
CIP 105267

B. N° 006-00274297



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

PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI
SOLICITANTE: Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISPE
MUESTRA: GRAVA
FECHA: 15 DE NOVIEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7990 gr	7990 gr	7990 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12856.00 gr	12888.00 gr	12875.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4866.00 gr	4898.00 gr	4885.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.498 gr/cm ³	1.507 gr/cm ³	1.503 gr/cm ³
PROMEDIO	1.503 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7990 gr	7990 gr	7990 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13208.00 gr	13235.00 gr	13255.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5218.00 gr	5245.00 gr	5265.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.606 gr/cm ³	1.614 gr/cm ³	1.620 gr/cm ³
PROMEDIO	1.613 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV, FICE
CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
CIP 1003267

B. N° 006-00274297



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

TESIS

SOLICITANTE

CANTERA

UBICACIÓN

FECHA

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74

ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

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

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: $3/4"$ (19.05mm)

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.62	2.69
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1626	1753
P.U. Suelto	1514	1642
% de Absorción	2.05	3.49
% de Humedad Natural	1.32	6.23
Modulo de Fineza	-	2.96

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal $3/4"$ (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m³
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
5. Como se prevé que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces la relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56
6. De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 367 \text{ Kg/m}^3$$



UANCV, FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

ARMANDO TORRES
CIP 105267

B. N° 006-00274297



7. De acuerdo al módulo de finura del agregado fino = 2.96 el peso es 1626 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.604 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.6036) \times (1626) = 981 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (367) / (2.88 \times 1000) = 0.128 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (981) / (2.62 \times 1000) = 0.375 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.728 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.728) = 0.272 \text{ m}^3$$

$$(0.272) \times (2.69) \times 1000 = 734 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\text{Agregado grueso húmedo } (981) \times (1.013158) = 994 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (734) \times (1.0623) = 780 \text{ Kg.}$$

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

$$205 - 981 \times \left(\frac{1.32 - 2.05}{100} \right) - 734 \left(\frac{6.23 - 3.49}{100} \right) = 192$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	367	1.00	367	1.00
Agua	205	0.558	192	0.52
Agreg. Grueso	981	2.67	994	2.71
Agreg. Fino	734	2.00	780	2.12
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.64 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	90.18 Kg.
Agregado grueso húmedo	115.00 Kg.
Agua efectiva	22.22 Kg.



UANCV FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
MIRIAM DOLY TORRES
CIP 103267

B. N° 006-00274297



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:

1.94 p3 de Arena
2.68 p3 de Grava
22 Lt de Agua

Redondeo

1.9 p3 de Arena
2.7 p3 de Grava
22 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACIÓN POR TANDAS.

* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES

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

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
Ing. ARMANDO TALA TORRES
CIP 163267

B. N° 006-00274297



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO
UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI

SOLICITANTE: Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISPE

MUESTRA: PATRÓN

LUGAR: DISTRITO DE MACUSANI

FECHA: 13 DE DICIEMBRE DEL 2023

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	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	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-1	25880	15.05	177.9	145.48	210	15/11/2023	22/11/2023	7	69.28%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	26010	15.02	177.2	146.79	210	15/11/2023	22/11/2023	7	69.90%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	25700	15.04	177.66	144.66	210	15/11/2023	22/11/2023	7	68.88%
PROMEDIO kg/cm ²					145.64					

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	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	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-1	31100	15.01	177	175.76	210	15/11/2023	29/11/2023	14	83.69%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	32400	15.03	177.4	182.62	210	15/11/2023	29/11/2023	14	86.96%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	31870	15.05	177.9	179.16	210	15/11/2023	29/11/2023	14	85.31%
PROMEDIO kg/cm ²					179.18					

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	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	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	36900	15.02	177.2	208.25	210	15/11/2023	13/12/2023	28	99.13%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	38550	15.03	177.4	217.28	210	15/11/2023	13/12/2023	28	103.47%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	37840	15.05	177.9	212.72	210	15/11/2023	13/12/2023	28	101.29%
PROMEDIO kg/cm ²					212.75					

OBSERVACIONES

1- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
CAP. INGENIERÍA CIVIL
Ing. MSc. J. A. TORRES
CIP: 105367

B. N° 006-00274297



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

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO
UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI
SOLICITANTE: Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISPE
MUESTRA: CON 0.5% DE FIBRA DE POLIPROPILENO Sika Fiber
LUGAR: DISTRITO DE MACUSANI
FECHA: 13 DE DICIEMBRE DEL 2023

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 0.5% FIBRA Sika Fiber

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	φ cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	26550	15.04	177.7	149.44	210	15/11/2023	22/11/2023	7	71.16%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	27140	15.02	177.2	153.17	210	15/11/2023	22/11/2023	7	72.94%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	27050	15.04	177.66	152.26	210	15/11/2023	22/11/2023	7	72.50%
PROMEDIO kg/cm ²					151.62					

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 0.5% FIBRA Sika Fiber

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	φ cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-1	32070	15.03	177.4	180.76	210	15/11/2023	29/11/2023	14	86.08%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-2	33200	15.04	177.7	186.87	210	15/11/2023	29/11/2023	14	88.99%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	33540	15.05	177.9	188.54	210	15/11/2023	29/11/2023	14	89.78%
PROMEDIO kg/cm ²					185.39					

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 0.5% FIBRA Sika Fiber

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	φ cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-1	39150	15.05	177.9	220.08	210	15/11/2023	13/12/2023	28	104.80%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	40050	15.03	177.4	225.74	210	15/11/2023	13/12/2023	28	107.49%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-3	39270	15.01	177	221.93	210	15/11/2023	13/12/2023	28	105.68%
PROMEDIO kg/cm ²					222.58					

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
MIDWARD BENAVENTE QUISPE
C.P. 105.67

B. N° 006-00274297



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO

SOLICITANTE: UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI

MUESTRA: Bach. MIDWARD BENAVENTE QUÍSPE

LUGAR: CON 1.5% DE FIBRA DE POLIPROPILENO Sika Fiber

FECHA: DISTRITO DE MACUSANI

EDAD: 13 DE DICIEMBRE DEL 2023

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 0.5% FIBRA Sika Fiber

Nº	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	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-1	27120	15.01	177	153.26	210	15/11/2023	22/11/2023	7	72.98%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-2	28100	15.04	177.7	158.17	210	15/11/2023	22/11/2023	7	75.32%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-3	27840	15.06	178.13	156.29	210	15/11/2023	22/11/2023	7	74.42%
PROMEDIO kg/cm ²					155.91					

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 0.5% FIBRA Sika Fiber

Nº	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	PROBETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm M-1	33770	15.07	178.4	189.33	210	15/11/2023	29/11/2023	14	90.16%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	34310	15.05	177.9	192.87	210	15/11/2023	29/11/2023	14	91.84%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	33950	15.04	177.7	191.10	210	15/11/2023	29/11/2023	14	91.00%
PROMEDIO kg/cm ²					191.10					

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 0.5% FIBRA Sika Fiber

Nº	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	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-1	39670	15.05	177.9	223.00	210	15/11/2023	13/12/2023	28	106.19%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-2	41650	15.06	178.1	233.82	210	15/11/2023	13/12/2023	28	111.34%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	40830	15.02	177.2	230.43	210	15/11/2023	13/12/2023	28	109.73%
PROMEDIO kg/cm ²					229.08					

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - ECP
CAP INGENIERIA CIVIL
MIDWARD BENAVENTE QUÍSPE
CIP 143.47

B. N° 006-00274297



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO
UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI

SOLICITANTE : Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISPE

MUESTRA : CON 2.5% DE FIBRA DE POLIPROPILENO Sika Fiber

LUGAR : DISTRITO DE MACUSANI

FECHA : 13 DE DICIEMBRE DEL 2023

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 2.5% FIBRA Sika Fiber

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-1	28530	15.05	177.9	160.38	210	15/11/2023	22/11/2023	7	76.37%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	29330	15.03	177.4	165.31	210	15/11/2023	22/11/2023	7	78.72%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-3	28750	15.01	176.95	162.48	210	15/11/2023	22/11/2023	7	77.37%
PROMEDIO kg/cm ²					162.72					

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 2.5% FIBRA Sika Fiber

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-1	34060	15.03	177.4	191.97	210	15/11/2023	29/11/2023	14	91.42%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-2	35150	15.04	177.7	197.85	210	15/11/2023	29/11/2023	14	94.21%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	34690	15.05	177.9	195.01	210	15/11/2023	29/11/2023	14	92.86%
PROMEDIO kg/cm ²					194.94					

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 2.5% FIBRA Sika Fiber

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	43800	15.04	177.7	246.54	210	15/11/2023	13/12/2023	28	117.40%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	43090	15.02	177.2	243.19	210	15/11/2023	13/12/2023	28	115.80%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	42870	15.04	177.7	241.30	210	15/11/2023	13/12/2023	28	114.91%
PROMEDIO kg/cm ²					243.68					

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FIDP
CAP INGENIERÍA CIVIL

MA. RUTH Y. CÁCERES
CIP 143547

B. N° 006-00274297



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

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI
SOLICITANTE: Bach. MIDWARD BENAVENTE QUISPE
MUESTRA: CON 0.5%, 1.5%, 2.5% FIBRA POLIPROPILENO Sika Fiber
LUGAR: DISTRITO DE MACUSANI
FECHA: 13 DE DICIEMBRE DEL 2023

EDAD: 28 DIAS - MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA PATRÓN	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	15.01	15.00	3770.00	33.49
2	VIGA PATRÓN	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	14.96	15.02	3750.00	33.33
3	VIGA PATRÓN	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	15.00	15.00	3660.00	32.53

EDAD: 28 DIAS - CON 0.5% DE FIBRA POLIPROPILENO Sika Fiber

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA CON 0.5% FP	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	15.02	14.95	3830.00	34.23
2	VIGA CON 0.5% FP	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	15.00	15.03	3790.00	33.55
3	VIGA CON 0.5% FP	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	14.98	15.04	3980.00	35.24

EDAD: 28 DIAS - CON 1.5% DE FIBRA POLIPROPILENO Sika Fiber

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA CON 1.5% FP	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	14.98	14.96	4230.00	37.85
2	VIGA CON 1.5% FP	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	14.93	14.97	4020.00	36.04
3	VIGA CON 1.5% FP	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	14.96	15.02	4100.00	36.44

EDAD: 28 DIAS - CON 2.5% DE FIBRA POLIPROPILENO Sika Fiber

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA CON 2.5% FP	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	15.00	15.05	4260.00	37.82
2	VIGA CON 2.5% FP	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	14.99	15.03	4190.00	37.12
3	VIGA CON 2.5% FP	15/11/2023	13/12/2023	28	30.00	15.01	15.06	4320.00	38.07

OBSERVACIONES:

• LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - VICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

B. N° 006-00274297

ANEXO I
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓNAUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCVFormato digital ☒

Fecha de entrega: 01-07-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Midward Benavente Quispe

Dirección: Jr. los Olivos N° 223 - Juliaca

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 43288711

Teléfono: 975753023

email: cbenquis@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. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

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

Título: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON

ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO UTILIZANDO AGREGADOS

DE LA CANTERA YAPUTIRA - MACUSANI

AGREGADOS NATURALES, FIBRAS DE POLIPROPILENO, RESISTENCIA A

Palabras claves, (3 a 5 términos): COMPRESIÓN Y FLEXIÓN

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

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

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

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

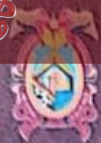
Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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



Internacional



Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

01 de julio del 2024

Fecha