



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES  
DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO  
CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y  
ENDURECIDO EN LA REGIÓN DE PUNO 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO**

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

**JULIACA – PERÚ**

**2025**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024**


**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO**

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

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**


**PRESIDENTE**

:   
Dr. OSGAR VICENTE VIAMONTE CALLA


**PRIMER MIEMBRO**

:   
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

**SEGUNDO MIEMBRO**

:   
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ASESOR DE TESIS**

:   
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17**

**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"****RESOLUCIÓN DECANAL N° 1001-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 05 de septiembre del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025- CU-6081 presentado por el (la) Bachiller: **RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

**RESUELVE:**

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

- **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- **2do Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

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

**ARTICULO TERCERO. - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : viernes 12 de septiembre del 2025
- **HORA** : 14:00 horas
- **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc:  
Archivo  
interesado (s)



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 874-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de agosto del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 6512, presentado por el señor (a) **RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1007-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 004-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1007-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 004-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION**, designado al señor (a): **RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA MATERIALES**, se le asigna como:

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.





cc: Archivo 2025 Intermedio (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 004-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 06 de enero del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 16819 por el señor (a): **RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1628- 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 359- 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 359- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **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 ANDAHUAYLAS "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
**Dr. MATHON QUISPE HUANCA**  
DECANO  
CIP. 47790



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

cc:  
Archivo  
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1007-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de setiembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 11645, presentado el señor (a) RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 924 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 276 -2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO ha presentado su propuesta de investigación Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 276 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES.

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente 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 ANDAHUAYLAS  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDAHUAYLAS  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
OFICINA DE INVESTIGACIÓN  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR

CC:  
Archivo 2024  
Intercedido (4)



# 17% Similitud general

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

## Filtrado desde el informe

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

## Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión


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

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



### Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
<b>ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	77129061
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0006-2374-9980">https://orcid.org/0009-0006-2374-9980</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-4595-7589">https://orcid.org/0000-0003-4595-7589</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 2</b>	
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 Materiales – P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú            Departamento: Puno            Provincia: Puno            Distrito: Puno            Localidad: Puno            Latitud: S 70° 01' 18"            Longitud: O 15° 50' 15"</p>  <p><a href="https://www.google.com/maps/d/edit?mid=11oSMCoTj6BNdDat7b3OFrfaINyO73A&amp;usp=sharing">https://www.google.com/maps/d/edit?mid=11oSMCoTj6BNdDat7b3OFrfaINyO73A&amp;usp=sharing</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 - setiembre 2025
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a>	<p>Ingeniería civil  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a></p> <p>Ingeniería de la construcción  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PERUAS

Dr. Fritz Wally Mamani Apaza  
 DIRECTOR  
 VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN

### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO, identificado con DNI  
Nro. 77129061, 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:

ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA  
PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO  
FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 19 de septiembre del 2025



Firma del Asesor  
(obligatoria)



Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mi familia, por ser el pilar fundamental en cada etapa de mi formación. A mis padres, cuyo esfuerzo, sacrificio y amor incondicional me han permitido llegar hasta este momento tan importante. A ellos, que me enseñaron a perseverar, a valorar el estudio y a confiar en mis capacidades.*

*Dedico también esta tesis a quienes, con su apoyo silencioso o sus palabras de ánimo, me recordaron que cada meta se alcanza con disciplina y constancia. Este logro es también suyo.*



## AGRADECIMIENTO

*A mi madre, por su motivación permanente, comprensión y apoyo incondicional durante todo el proceso académico, también mi agradecimiento especial a mis docentes y asesores de la carrera de Ingeniería Civil, quienes con su experiencia, dedicación y guía contribuyeron significativamente al desarrollo de esta investigación. Agradezco profundamente a Dios por brindarme salud, fortaleza y la oportunidad de culminar con éxito este trabajo de investigación. A las personas que me brindaron información, acceso a laboratorios, materiales y apoyo técnico para la ejecución de los ensayos necesarios.*



## ÍNDICE GENERAL

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

### CAPÍTULO I

<b>EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Análisis de la situación problemática.....	1
1.2    Planteamiento del problema .....	2
1.2.1    Problema general .....	2
1.2.2    Problemas específicos.....	2
1.3    Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1    Objetivo general.....	3
1.3.2    Objetivos específicos.....	3
1.4    Justificación de la investigación .....	3
1.4.1    Justificación técnica .....	3
1.4.2    Justificación económica .....	4
1.4.3    Justificación social.....	4
1.4.4    Justificación ambiental.....	5
1.5    Hipótesis de la investigación.....	5
1.5.1    Hipótesis general.....	5
1.5.2    Hipótesis específicas .....	5
1.6    Variables.....	6
1.6.1    Variable independiente.....	6
1.6.2    Variable dependiente.....	6
1.7    Operacionalización de variables .....	6

### CAPÍTULO II

<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1    Antecedentes de la investigación .....	8
2.1.1    Antecedentes internacionales .....	8
2.1.2    Antecedentes nacionales .....	10



2.1.3	Antecedentes regionales.....	13
2.2	Marco teórico.....	14
2.2.1	Concreto.....	14
2.2.2	Aditivos para concreto .....	23
2.2.3	Aditivos acelerantes de fraguado .....	29
2.3	Marco conceptual .....	42
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>		<b>43</b>
3.1	Diseño de la investigación.....	43
3.2	Métodos 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.....	46
3.4.1	Población.....	46
3.4.2	Muestra .....	47
3.5	Técnicas e instrumentos .....	49
3.5.1	Técnicas.....	49
3.5.2	Instrumentos.....	51
3.6	Validación y confiabilidad del instrumento .....	53
3.6.1	Validación.....	53
3.6.2	Confiabilidad .....	54
3.7	Procedimiento de recolección de datos .....	54
3.7.1	Ensayos en laboratorio.....	57
3.8	Procesamiento y análisis de datos .....	65
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>67</b>
4.1	Resultados.....	67
4.1.1	Resultados del ensayo de revenimiento del concreto fresco con aditivos acelerantes.....	78
4.1.2	Resultados de la resistencia a la compresión del concreto convencional con la adición de aditivo acelerante de fragua SikaCem.....	81
4.1.3	Resultado de la resistencia a la compresión del concreto convencional con la incorporación de aditivo acelerante de fragua chema 3 .....	87
4.1.4	Comparación de resultados de la trabajabilidad del concreto convencional con la adición de aditivo acelerante de fragua Sikacem y chema 3 .....	91



4.1.5	Comparación de resultados de la resistencia a compresión del concreto convencional con la adición de aditivo acelerante de fragua sikacem y chema 3 .....	92
4.2	Discusión de resultados .....	99
<b>CONCLUSIONES</b>	.....	<b>102</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>103</b>
<b>REFERENCIAS</b>	.....	<b>104</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>109</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables .....	6
<b>Tabla 2</b> Características de los aditivos.....	32
<b>Tabla 3</b> Resultados del contenido de humedad de la grava.....	67
<b>Tabla 4</b> Resultados del contenido de humedad de la arena.....	68
<b>Tabla 5</b> Resultados de absorción de la arena y grava.....	69
<b>Tabla 6</b> Resultados de peso específico de la arena y grava .....	70
<b>Tabla 7</b> Peso unitario a caída libre de la grava.....	70
<b>Tabla 8</b> Peso unitario varillado de la grava.....	71
<b>Tabla 9</b> Peso unitario a caída libre de la arena .....	72
<b>Tabla 10</b> Peso unitario varillado de la arena .....	73
<b>Tabla 11</b> Resultados del ensayo granulométrico de la grava.....	74
<b>Tabla 12</b> Resultados del ensayo granulométrico de la arena.....	75
<b>Tabla 13</b> Dosificación método ACI 211 .....	77
<b>Tabla 14</b> Dosificación adicionando acelerantes.....	78
<b>Tabla 15</b> Resultados del revenimiento con adición de aditivos acelerantes de fragua Sikacem .....	79
<b>Tabla 16</b> Resultados del revenimiento con adición de aditivos acelerantes de fragua Chema 3 .....	80
<b>Tabla 17</b> Resultados del ensayo de resistencia a compresión de la muestra patrón..	82
<b>Tabla 18</b> Resultados del ensayo de resistencia a compresión con aditivo Sikacem al 1%.....	83
<b>Tabla 19</b> Resultados del ensayo a compresión con aditivos SikaCem al 1.5% .....	84
<b>Tabla 20</b> Resultados del ensayo a compresión con aditivo Sikacem al 2% .....	85



<b>Tabla 21</b> Resultados del ensayo resistencia a compresión con 1% de aditivo chema 3 .....	87
<b>Tabla 22</b> Resultados del ensayo de resistencia a compresión con el 1.5% de aditivo chema 3 .....	88
<b>Tabla 23</b> Resultados del ensayo de resistencia a compresión con 2% de aditivo chema 3 .....	90
<b>Tabla 24</b> Comparación de resultados de revenimiento con aditivo acelerantes Sikacem y chema 3 .....	91
<b>Tabla 25</b> Comparación de resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 3 días con aditivo acelerante Sikacem y chema 3 en distintos porcentajes .....	93
<b>Tabla 26</b> Comparación de resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 7 días con aditivo acelerante Sikacem y chema 3 en distintos porcentajes .....	94
<b>Tabla 27</b> Comparación de resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 14 días con aditivo acelerante Sikacem y chema 3 en distintos porcentajes .....	96
<b>Tabla 28</b> Comparación de resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días con aditivo acelerante Sikacem y chema 3 en distintos porcentajes .....	97



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Componentes del concreto .....	17
<b>Figura 2</b>	Pruebas de concreto en estado fresco .....	18
<b>Figura 3</b>	Pruebas de concreto en estado endurecido.....	19
<b>Figura 4</b>	Frágil equilibrio entre la relación agua cemento.....	21
<b>Figura 5</b>	Aditivos para el concreto .....	23
<b>Figura 6</b>	Distintos tipos de aditivos para el concreto .....	26
<b>Figura 7</b>	Aditivo acelerante sikacem .....	29
<b>Figura 8</b>	Ensayo de humedad de los agregados.....	59
<b>Figura 9</b>	Ensayo granulométrico de los agregados .....	60
<b>Figura 10</b>	Preparación del concreto .....	61
<b>Figura 11</b>	Elaboración del concreto en las probetas .....	63
<b>Figura 12</b>	Colocamos las probetas en la posa de curado.....	64
<b>Figura 13</b>	Ensayo de la prueba de resistencia a compresión de la probeta.....	65
<b>Figura 14</b>	Curva granulométrica de la grava.....	75
<b>Figura 15</b>	Curva granulométrica de arena.....	76
<b>Figura 16</b>	Dosificación en volumen .....	77
<b>Figura 17</b>	Comportamiento de la trabajabilidad con aditivo SikaCem .....	79
<b>Figura 18</b>	Comportamiento de la trabajabilidad con aditivo SikaCem .....	81
<b>Figura 19</b>	Comportamiento de la trabajabilidad con aditivo SikaCem .....	92
<b>Figura 20</b>	Comportamiento de la resistencia a compresión a los 3 días con aditivos acelerantes.....	94
<b>Figura 21</b>	Comportamiento de la resistencia a compresión a los 7 días con aditivos acelerantes.....	95



**Figura 22** Comportamiento de la resistencia a compresión a los 14 días con aditivos acelerantes ..... 97

**Figura 23** Comportamiento de la resistencia a compresión a los 3 días con aditivos acelerantes ..... 98



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un estudio comparativo del uso de aditivos acelerantes de fraguado Sikacem y Chema 3 en el concreto convencional, evaluando su desempeño tanto en estado fresco como endurecido bajo las condiciones climáticas de la región de Puno, 2024. Se elaboraron mezclas patrón y mezclas con adiciones de 1%, 1.5% y 2% de cada aditivo a fin de analizar sus efectos en la trabajabilidad mediante el ensayo de asentamiento (slump) y en la resistencia a compresión a edades de 3, 7, 14 y 28 días. La metodología tiene un diseño cuasi experimental, método cuantitativo, de nivel explicativo descriptivo y de tipo aplicativo, así mismo la muestra que se tomó fue de 63 briquetas de concreto y las técnicas e instrumentos fueron las fichas técnicas, guías de observación. Los resultados del ensayo de trabajabilidad de la muestra patrón fue de 3.80 pulgadas mientras con aditivo Sikacem fue de 3.40, 3.03, 2.72 pulgadas en porcentajes de 1%, 1.5%, 2%, mientras para el aditivo chema 3 fue de 3.92, 3.63, 2.33 pulgadas. En cuanto a la resistencia a compresión a los 14 días de la muestra patrón llegó a 195.95 kg/cm<sup>2</sup> y con aditivo en porcentajes de 1%, 1.5%, 2% para el aditivo Sikacem fue de 203.35 kg/cm<sup>2</sup>, 209.83 kg/cm<sup>2</sup>, 212.65 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para chema 3 fue de 204.11 kg/cm<sup>2</sup>, 208.38 kg/cm<sup>2</sup>, 212.13 kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, ambos aditivos resultaron efectivos para acelerar la ganancia de resistencia en el concreto convencional, siendo Sikacem más eficiente en resistencias tempranas y Chema 3 más favorable en la conservación de trabajabilidad.

**Palabras clave:** Concreto convencional, aditivos acelerantes Sikacem, Chema 3, trabajabilidad, resistencia a compresión.



## ABSTRACT

This research aimed to conduct a comparative study of the use of the setting accelerators Sikacem and Chema 3 in conventional concrete, evaluating their performance in both the fresh and hardened states under the climatic conditions of the Puno region in 2024. Standard mixes and mixes with 1%, 1.5%, and 2% additions of each additive were prepared to analyze their effects on workability (using the slump test) and on compressive strength at 3, 7, 14, and 28 days. The methodology employed a quasi-experimental design, a quantitative method, and an explanatory-descriptive and applied approach. The sample consisted of 63 concrete briquettes, and the techniques and instruments used were technical data sheets and observation guides. The workability test results for the standard sample were 3.80 inches, while with the Sikacem additive they were 3.40, 3.03, and 2.72 inches at percentages of 1%, 1.5%, and 2%, respectively. For the Chema 3 additive, the results were 3.92, 3.63, and 2.33 inches. Regarding the 14-day compressive strength of the standard sample, it reached 195.95 kg/cm<sup>2</sup>. With the additive at percentages of 1%, 1.5%, and 2%, the results for Sikacem were 203.35 kg/cm<sup>2</sup>, 209.83 kg/cm<sup>2</sup>, and 212.65 kg/cm<sup>2</sup>, while for Chema 3 they were 204.11 kg/cm<sup>2</sup>, 208.38 kg/cm<sup>2</sup>, and 212.13 kg/cm<sup>2</sup>. In conclusion, both admixtures proved effective in accelerating strength gain in conventional concrete, with Sikacem being more efficient in early strength gains and Chema 3 more favorable in preserving workability.

**Keywords:** Conventional concrete, Sikacem accelerating additives, Chema 3, workability, compressive strength.



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación abordó el concreto convencional con el uso de aditivos, un tema de especial importancia en regiones de baja temperatura como Puno, donde las condiciones climáticas influían directamente en los tiempos de fraguado y en el desarrollo de resistencias. En este contexto, se reconoció la necesidad de evaluar de manera técnica cómo estos aditivos modificaban el comportamiento del concreto.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque comparativo, considerando diferentes tipos de aditivos acelerantes disponibles en el mercado regional durante el año 2024. Se analizó su influencia sobre propiedades como el asentamiento, el tiempo de fraguado inicial y final, así como la resistencia a la compresión en tiempos cortos de rotura. Este análisis permitió identificar variaciones significativas respecto al desempeño del concreto convencional sin aditivos.

Asimismo, la investigación tomó en cuenta las condiciones propias de la región de Puno, donde las bajas temperaturas y la variabilidad climática representaban desafíos para la construcción. Estas particularidades climáticas afectaban los procesos de fraguado y endurecimiento, lo que justificó la necesidad de buscar alternativas tecnológicas que mejoraran la eficiencia en obra y garantizaran el cumplimiento de los estándares de calidad del concreto.

Finalmente, los resultados obtenidos aportaron información relevante para la toma de decisiones en proyectos constructivos, permitiendo determinar qué tipo de aditivo acelerante ofrecía un mejor rendimiento en función de las necesidades específicas de la región. De esta manera, la investigación contribuyó al conocimiento técnico y a la optimización de procedimientos constructivos en el ámbito de la Ingeniería Civil.



Nuestra investigación se realizó en los capítulos siguientes:

**Para el capítulo I:** Se presentó la realidad problemática relacionada con aditivos de fragua en el concreto convencional en la región de Puno. Se formularon los problemas más comunes, se establecieron los objetivos de la investigación y se expusieron las razones teóricas, prácticas y metodológicas que justificaron la realización del estudio.

**Para el capítulo II:** Se desarrollaron los fundamentos teóricos relacionados con el concreto convencional, los aditivos acelerantes de fragua y el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido. Asimismo, se revisaron antecedentes de investigaciones similares y se definieron las bases conceptuales que sustentaron el estudio, así como las variables de investigación.

**Para el capítulo III:** Se detalló el procedimiento experimental realizado en laboratorio para la preparación de las mezclas de concreto, la incorporación de los aditivos acelerantes y la ejecución de las pruebas correspondientes.

**Para el capítulo IV:** Se presentaron los resultados obtenidos de los ensayos realizados al concreto convencional con y sin aditivos acelerantes de fragua. Se analizaron y compararon las propiedades en estado fresco y endurecido, discutiendo los hallazgos a la luz del marco teórico y de los antecedentes revisados.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

Las condiciones climáticas de la región de Puno, caracterizadas por temperaturas bajas y variaciones térmicas marcadas, afectaban de manera significativa los procesos de fraguado y endurecimiento del concreto. En estos escenarios, el tiempo de fraguado tendía a prolongarse, generando retrasos en obra, riesgos en el desencofrado y disminución en la eficiencia constructiva. Según Neville (2011), las bajas temperaturas reducían la velocidad de hidratación del cemento, lo que impactaba directamente en el desarrollo inicial de resistencias. Esta situación justificaba el análisis de alternativas que permitieran optimizar el comportamiento del concreto sin comprometer su calidad estructural.

Ante este problema, los aditivos acelerantes de fragua se presentaban como una solución ampliamente empleada en zonas con climas fríos. Sin embargo, su eficiencia dependía de factores como el tipo de acelerante, la dosis empleada y las condiciones ambientales específicas. Estudios previos indicaban que ciertos acelerantes podían mejorar la resistencia temprana, pero también generar riesgos como corrosión del acero cuando contenían cloruros (Mindess, Young & Darwin, 2003). Por ello, era necesario evaluar su desempeño en un contexto particular como Puno, donde la temperatura, humedad y altitud influían en el comportamiento del concreto.



En la región, las obras civiles enfrentaban desafíos asociados al cumplimiento de cronogramas y a la calidad del fraguado, especialmente en proyectos ejecutados en temporada de heladas. Aunque la ACI 306R-16 establecía recomendaciones para el manejo del concreto en clima frío, su aplicación variaba de acuerdo con la disponibilidad tecnológica y con las prácticas constructivas locales. La falta de estudios comparativos realizados específicamente en Puno generaba incertidumbre sobre la eficacia real de los aditivos acelerantes utilizados por las empresas constructoras, lo que justificaba la necesidad de desarrollar un análisis experimental.

Por ello, resultaba pertinente realizar comparaciones de lo convencional con y sin la incorporación de aditivos acelerantes de fragua, evaluando las pruebas al momento de su mezcla y cuando cumplan su periodo. Este tipo de investigación permitía determinar si la utilización de estos aditivos contribuía efectivamente a que el fraguado sea mucho mas rapido iniciales sin perjudicar el desempeño final del material. Tal como señala Mehta y Monteiro (2014), cualquier modificación del concreto debía ser analizada mediante ensayos confiables que permitieran tomar decisiones técnicas adecuadas. La ausencia de estudios locales evidenciaba un vacío de información que esta investigación buscó atender.

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Problema general*

¿En qué medida el uso de aditivos acelerantes de fraguado influye en las propiedades del concreto convencional en estado fresco y endurecido en la región de Puno, 2024?

### 1.2.2 *Problemas específicos*

1. ¿Qué efecto tiene la adición de acelerantes de fraguado en la trabajabilidad del concreto convencional en estado fresco en la región de Puno?



2. ¿De qué manera influye el acelerante de fragua Sikacem y chema 3 en porcentajes de 1%, 1.5%, 2% en la resistencia a compresión temprana de 3, 7 y 14 días del concreto convencional?
- a. ¿Cuál es la diferencia en el comportamiento del concreto convencional al emplear los aditivos acelerantes Sikacem y Chema 3 en estado fresco y endurecido?

## 1.3 Objetivos de la investigación

### 1.3.1 *Objetivo general*

Determinar el uso de aditivos acelerantes de fraguado de cómo influye en las propiedades del concreto convencional en estado fresco y endurecido en la región de Puno, 2024

### 1.3.2 *Objetivos específicos*

1. Evaluar el efecto de la adición de acelerantes de fraguado en la trabajabilidad del concreto convencional en estado fresco en la región de Puno.
2. Analizar la influencia del acelerante de fraguado Sikacem y chema 3, en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% respecto al peso del cemento, sobre la resistencia a compresión temprana del concreto convencional a las edades de 3, 7 y 14 días.
3. Comparar el comportamiento del concreto convencional al emplear los aditivos acelerantes Sikacem y Chema 3 en estado y en estado endurecido en la región de Puno.

## 1.4 Justificación de la investigación

### 1.4.1 *Justificación técnica*

La investigación se justificó técnicamente porque permitió evaluar el desempeño del concreto convencional al incorporar aditivos acelerantes de fragua en condiciones



propias de la región de Puno. El estudio proporcionó información experimental sobre el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido, considerando parámetros como asentamiento, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión. Estos datos resultaron esenciales para determinar la eficiencia real de los aditivos bajo bajas temperaturas y altitudes elevadas, condiciones que podían alterar significativamente la hidratación del cemento y el desarrollo de resistencias. De esta manera, la investigación aportó criterios técnicos para mejorar la calidad del material y optimizar los procesos constructivos.

### **1.4.2 Justificación económica**

El aditivo de fragua podía reducir tiempos de espera en obra, acelerar el desencofrado y evitar retrasos que generaban sobrecostos en mano de obra y equipos. En regiones frías como Puno, donde el fraguado del concreto se veía ralentizado, la aplicación de estos aditivos representó una alternativa que permitió incrementar la productividad y disminuir gastos operativos. La evaluación comparativa desarrollada en este estudio brindó información precisa sobre qué tipo de acelerante ofrecía mejores resultados, evitando inversiones innecesarias o el uso ineficiente de materiales, lo cual contribuyó a una gestión económica más favorable en proyectos de construcción.

### **1.4.3 Justificación social**

Desde un enfoque social, la investigación se justificó porque contribuyó al desarrollo de obras civiles más seguras, duraderas y eficientes en beneficio de la población de la región de Puno. Al mejorar el comportamiento del concreto en condiciones climáticas adversas, se promovió la ejecución de infraestructuras que cumplieran adecuadamente con los estándares de calidad y resistencia necesarios para garantizar la seguridad de los usuarios. Además, el uso eficiente de tecnologías como los aditivos acelerantes fortaleció las capacidades técnicas de profesionales y

trabajadores locales, generando beneficios directos para la comunidad al mejorar la calidad de las edificaciones destinadas al ámbito público y privado

#### **1.4.4 Justificación ambiental**

Se basó en que la optimización del proceso de fraguado y endurecimiento del concreto contribuyó a una mejor gestión de recursos en obra, reduciendo tiempos prolongados de maquinaria en operación, consumo energético y desperdicio de materiales. Al emplearse aditivos que mejoraban la eficiencia del concreto sin requerir mayores volúmenes de cemento, se disminuyó el impacto ambiental asociado a su producción. Además, la reducción de retrabajos y fallas estructurales evitó la generación de escombros adicionales. Por ello, la investigación fomentó prácticas constructivas más sostenibles, alineadas con la necesidad de minimizar la huella ambiental en proyectos de ingeniería.

### **1.5 Hipótesis de la investigación**

#### **1.5.1 Hipótesis general**

El uso de aditivos acelerantes de fraguado influye de manera significativa en el concreto convencional, reduciendo el tiempo de fraguado y aumentando las resistencias a compresión tempranas 3, 7 y 14 días alcanzando la resistencia de diseño a los 28 días en las condiciones climáticas de la región de Puno, 2024

#### **1.5.2 Hipótesis específicas**

1. La adición de acelerantes de fraguado disminuye la trabajabilidad del concreto convencional en estado fresco, reduciendo el asentamiento inicial y acelerando la pérdida de slump, en comparación con el concreto sin aditivo.
2. La adición del acelerante Sikacem y chema 3 en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% incrementa significativamente la resistencia a compresión temprana del concreto convencional a edades de 3, 7 y 14 días, en comparación con el concreto sin aditivo, siendo la dosis de 1.5% la más óptima.



- El concreto convencional con aditivo Sikacem desarrolla mayores resistencias a compresión en edades tempranas 3 y 7 días, mientras que el concreto con aditivo Chema 3 mantiene mejor la trabajabilidad en estado fresco donde ambos aditivos permiten alcanzar resistencias similares al concreto convencional a los 28 días.

## 1.6 Variables

### 1.6.1 Variable independiente

Aditivos acelerantes de fragua

#### Indicadores:

- Dosificación de AF en 1.0%, 1.5% y 2.0%

### 1.6.2 Variable dependiente

Concreto convencional

## 1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

*Operacionalización de variables*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>Aditivo acelerante de fragua</b>	Permite que el concreto fragüe en menor tiempo el cual reduce el tiempo de fraguado y es usado en mayormente en el sur del país que son de climas fríos.	Proporciones	1.0% AF	Fichas de los aditivos acelerantes
			1.5% AF	
			2.0% AF	



Castro y Puertas  
(2020).

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>Concreto convencional</b>	El concreto convencional es una mezcla homogénea compuesta principalmente por cemento Portland, agregados finos (arena), agregados gruesos (grava o piedra) y agua, en proporciones definidas, que pasan de un estado fresco a sólido y adquieren una resistencia.	Diseño de mezclas	Proporciones	Fichas de los ensayos de laboratorio del agregado y de resistencia
	Trabajabilidad	Cono de Abrams		
	(Castaldo, 2000)	Resistencia a compresión	Esfuerzo a la rotura	



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Naqash et al, (2020), desarrollaron el trabajo titulado "Effect of Accelerating Admixture on Properties of Concrete". El estudio tuvo como objetivo analizar el efecto del nitrito de sodio como aditivo acelerante en el comportamiento del concreto sometido a clima frío, particularmente sobre la trabajabilidad y las resistencias mecánicas a edades tempranas. Los autores emplearon un concreto de diseño M-25, al que añadieron nitrito de sodio en dosificaciones de 1 %, 1,5 %, 2 %, 2,5 % y 3 % respecto al peso del cemento. Prepararon probetas cúbicas, cilíndricas y prismáticas para ensayar resistencia a compresión, tracción indirecta y flexión a los 3, 7 y 28 días, siguiendo normas IS, y midieron también el asentamiento mediante ensayo de cono de Abrams. Los resultados mostraron que la trabajabilidad prácticamente no se modificaba, mientras que la resistencia a compresión, tracción y flexión aumentaba de forma significativa hasta una dosificación óptima de 2,5 % de nitrito de sodio, con incrementos de hasta 47 % de resistencia a compresión a los 3 días respecto al concreto de referencia, disminuyendo cuando se alcanzaba el 3 %. Los autores concluyeron que el nitrito de sodio podía emplearse de manera segura como aditivo acelerante en climas fríos, recomendando una dosificación del 2,5 % para maximizar la ganancia temprana



de resistencia sin afectar negativamente el desempeño a 28 días, lo que reforzó la pertinencia de comparar distintos acelerantes en contextos similares.

Reddy y Naqash, (2019), en su investigación denominado "Development of high early strength in concrete incorporating alccofine and non-chloride accelerator". Esta investigación tuvo por objetivo desarrollar un concreto de alta resistencia temprana mediante la incorporación de alccofine y un aditivo acelerante libre de cloruros a base de nitrato de calcio, evaluando simultáneamente las propiedades mecánicas y la durabilidad del material. Los autores dosificaron el acelerante no clorado (NCHA) en proporciones de 0,65 %, 0,85 % y 1,05 % del peso del cemento, elaboraron mezclas con alccofine y compararon su comportamiento con un concreto de referencia sin aditivo. Ensayaron resistencia a compresión a distintas edades, así como absorción de agua y resistencia a sulfatos, y aplicaron metodología de superficie de respuesta (RSM) para modelar y optimizar las variables de mezcla, ajustando ecuaciones de regresión y verificando su ajuste mediante coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y residuo cuadrático medio. Los resultados indicaron que las mezclas con acelerante libre de cloruros alcanzaban mayores resistencias a edades tempranas, atribuibles a la aceleración de la hidratación de las fases  $C_3A$  y  $C_3S$ , y presentaban menor absorción de agua y mejor resistencia a medios sulfatados. Concluyeron que la combinación de alccofine con un acelerante no clorado mejoraba simultáneamente la resistencia inicial y la durabilidad, y que los modelos estadísticos obtenidos podían utilizarse para predecir y optimizar concretos de fraguado rápido, aportando una base comparativa para estudiar otros acelerantes en concretos convencionales.

Kičaitė et al, (2020), desarrollaron la investigación titulada "The effect of calcium nitrate on the properties of Portland cement pastes and concrete hardening at low temperatures". El objetivo de este trabajo consistió en evaluar cómo diferentes dosis de nitrato de calcio afectaban el proceso de hidratación, los tiempos de fraguado y la

resistencia del concreto sometido a curado inicial a bajas temperaturas. Los investigadores prepararon pastas de cemento y concretos con adiciones de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  entre 0,5 % y 3 % del peso del cemento, manteniendo constante la relación agua/cemento, y realizaron ensayos de calorimetría semiadiabática para registrar las curvas exotérmicas de hidratación. Determinaron los tiempos de fraguado inicial y final mediante aparato Vicat a temperaturas de +20, +5, 0, -5 y -10 °C, y fabricaron probetas de concreto curadas dos días a esas temperaturas y posteriormente 26 días en agua para medir la resistencia a compresión. Los resultados mostraron que el nitrato de calcio acortaba de forma significativa el periodo de inducción de la hidratación, reducía los tiempos de fraguado y aceleraba la obtención de la máxima temperatura de hidratación, especialmente a bajas temperaturas, permitiendo alcanzar mayores resistencias iniciales que el concreto sin aditivo. Sin embargo, se observó que dosis muy elevadas reducían la temperatura máxima de hidratación, lo que obligaba a definir un intervalo óptimo de contenido de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ . Los autores concluyeron que el nitrato de calcio podía considerarse un aditivo multifuncional, útil como acelerante y anticongelante, siempre que se controlara cuidadosamente su dosificación, aportando criterios cuantitativos aplicables a regiones de clima frío similares a la región altiplánica donde se proyectaban estudios comparativos de acelerantes.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Huaraca, (2021), desarrolló la tesis titulada "Influencia de la aplicación del aditivo acelerante de resistencia temprana en las propiedades del concreto". El objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento del concreto utilizando aditivos acelerantes de fragua y de resistencia, evaluando su influencia en las principales propiedades del material en estado fresco y endurecido. Metodológicamente, el autor diseñó mezclas de concreto patrón y mezclas con 1,20 % y 2,40 % de aditivo acelerante, para relaciones agua/cemento de 0,45; 0,55 y 0,65. Primero se caracterizaron los agregados mediante ensayos de granulometría, peso unitario, peso específico, absorción y contenido de



humedad; posteriormente se efectuaron diseños de mezcla aceptados según un rango de asentamiento de 3" a 5". En laboratorio se evaluaron el asentamiento, peso unitario, contenido de aire, exudación y tiempos de fraguado en estado fresco, así como la resistencia a la compresión y la tracción indirecta a diferentes edades en estado endurecido. Los resultados mostraron que el uso del aditivo redujo de manera importante los tiempos de fraguado inicial y final, llegando a disminuirlos en más de una hora para la relación  $a/c = 0,65$ , y aumentó las resistencias a la compresión y a tracción a los 3 y 7 días, aunque generó una disminución de la resistencia a los 28 días respecto al concreto patrón. El autor concluyó que los aditivos acelerantes de fragua y resistencia permitían lograr mayores resistencias iniciales y un fraguado más rápido, especialmente útil en climas fríos, siempre que se controlara la dosificación para no afectar la resistencia final, cumpliéndose así los objetivos e hipótesis planteados.

Juchani, (2020) elaboró la tesis titulada "Estudio del concreto con aditivo acelerante en polvo, utilizando cemento Portland tipo I". El objetivo fue investigar los efectos del aditivo SikaCem-1 Acelerante en polvo sobre las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cemento Portland tipo I. Para ello, el autor desarrolló un estudio experimental en el Laboratorio N.º 1 de Ensayo de Materiales (LEM) de la UNI, donde empleó relaciones agua/cemento de 0,60; 0,65 y 0,70, combinadas con tres dosificaciones de aditivo: 0,75; 1,00 (dosificación recomendada por el fabricante) y 1,25 kg por bolsa de cemento. La metodología incluyó la caracterización previa de los agregados finos y gruesos, el ensayo de máximo peso unitario compactado del agregado global y la elaboración de doce diseños de mezcla con asentamientos entre 3 y 4 pulgadas. A estos diseños se les aplicaron ensayos de consistencia, peso unitario, exudación y tiempo de fraguado en estado fresco, además de ensayos de resistencia a la compresión a los 1, 3, 7, 14 y 28 días, y de tracción por compresión diametral a los 7 y 28 días. Los resultados evidenciaron que el incremento de la dosificación de SikaCem-1 redujo los tiempos de fraguado inicial y final hasta en



46 % y 44 % respectivamente, y aumentó las resistencias a la compresión a edades tempranas hasta en aproximadamente 30 % en comparación con el concreto patrón, aunque se registró una ligera disminución de resistencia a los 28 días de hasta 8 %. Juchani concluyó que el aditivo SikaCem-1 Acelerante en polvo era técnicamente viable y confiable para obtener altas resistencias tempranas y menores tiempos de fraguado, recomendando su uso cuando se requería acelerar procesos constructivos sin comprometer de forma significativa el comportamiento final del concreto.

Valle Gómez (2019) presentó la tesis "Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$  Chachapoyas – Amazonas 2016". El objetivo central de esta investigación fue determinar la influencia de tres aditivos acelerantes comerciales (Z Fragua N.º 05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe) en el desarrollo de la resistencia a la compresión de concretos con resistencias de diseño de  $175$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ . La metodología se basó en un diseño de investigación experimental con muestreo probabilístico, empleando como mínimo tres repeticiones por combinación. Se elaboraron probetas de concreto con diferentes dosificaciones de cada aditivo (2,5 %, 3 % y 3,5 % respecto al volumen de la bolsa de cemento) y se realizaron ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días, comparando los resultados con probetas de concreto sin aditivo. El procesamiento de datos se llevó a cabo mediante hojas de cálculo en Microsoft Excel 2016 y el software estadístico SPSS v23.0, lo que permitió analizar las correlaciones entre tipo y dosificación de aditivo y la resistencia desarrollada. Los resultados mostraron que todos los aditivos acelerantes incrementaron la resistencia inicial del concreto respecto al patrón, pero en diferente magnitud; el Sika R Sem Acelerante Pe fue el que alcanzó los mayores valores de resistencia a edades tempranas para ambos niveles de  $f'c$ , demostrando también una mejor relación costo–beneficio. Valle concluyó que el uso de aditivos acelerantes era eficaz para aumentar la resistencia de los concretos en las primeras edades y que, entre los productos evaluados, el Sika R Sem Acelerante Pe

resultó ser la alternativa más eficiente técnica y económicamente para las condiciones de Chachapoyas.

### 2.1.3 *Antecedentes regionales*

Mendoza, (2021), en la tesis “Influencia del nanosílice por sustitución parcial al cemento en el diseño de mezcla de concreto de alta resistencia, en la ciudad de Puno”, tuvo como objetivo determinar la influencia de la sustitución parcial de cemento por nanosílice en un concreto de alta resistencia, identificando el porcentaje óptimo en función de la resistencia a la compresión y del costo unitario de producción. Metodológicamente, se elaboraron 18 especímenes de concreto patrón con  $f'c = 350$  kg/cm<sup>2</sup> y 90 especímenes con el mismo  $f'c$  pero con reemplazos de nanosílice de 1 %, 1,5 %, 2 %, 2,5 % y 3 % del peso del cemento; se utilizó cemento Portland puzolánico tipo IP, relación  $a/c = 0,42$  y se aplicó el diseño ACI 211.4. Las probetas se ensayaron a compresión a los 28 días y además se evaluó la resistencia a tracción por compresión diametral, junto con un análisis comparativo de costos. Los resultados indicaron incrementos de resistencia a la compresión de 14,50 %, 19,95 %, 29,51 %, 19,33 % y 5,33 % para los porcentajes de nanosílice mencionados, identificándose como óptimo el 2 %, con una resistencia de 453,28 kg/cm<sup>2</sup>. A nivel económico, se concluyó que las mezclas con 1 % y 2 % de nanosílice reducían el costo de producción entre 0,01 % y 2,02 % respecto al concreto patrón, y que las resistencias a tracción también superaban a las del concreto sin aditivo, recomendándose la dosificación de 2 % como la más eficiente técnica y económicamente para las condiciones de Puno.

Yerba, (2024), en la tesis “Evaluación de la permeabilidad y las propiedades mecánicas del concreto en la construcción de una cisterna, con aditivo Sika-1, en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno”, tuvo como objetivo diseñar mezclas de concreto con diferentes proporciones de Sika-1 (2 %, 3 % y 4 % respecto al peso del cemento) para alcanzar una combinación óptima de impermeabilidad y resistencia a la



compresión en una cisterna de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . El estudio se desarrolló en laboratorio mediante la elaboración de 64 testigos de concreto: 48 probetas destinadas a ensayos de compresión a los 7, 14, 21 y 28 días, y 16 probetas sometidas a ensayos de penetración de agua bajo presión conforme a la norma UNE-EN-12390-8. Posteriormente, se construyó una cisterna a escala real de  $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$ , de la cual se extrajeron núcleos mediante diamantina para verificar in situ la resistencia obtenida en laboratorio. El análisis de resultados evidenció que el incremento del porcentaje de aditivo impermeabilizante redujo la resistencia a la compresión, mientras que la dosificación del 2 % alcanzó la resistencia de diseño y mejoró significativamente la permeabilidad, disminuyendo el coeficiente de  $3,25 \times 10^{-11} \text{ m/s}$  a  $2,10 \times 10^{-11} \text{ m/s}$ , así como la porosidad (de 1,003 % a 0,632 %) y la absorción (de 0,461 % a 0,292 %) frente a la mezcla patrón. Las pruebas en la cisterna real confirmaron que los núcleos de concreto alcanzaron el 100 % de la resistencia de diseño, por lo que el autor concluyó que la dosificación de 2 % de Sika-1 resultó adecuada para mejorar la impermeabilidad manteniendo la capacidad mecánica requerida en las condiciones climáticas de Juliaca.

## 2.2 Marco teórico

### 2.2.1 Concreto

#### 2.2.1.1 Definición

Neville señaló que el concreto era un material compuesto formado esencialmente por una mezcla de cemento, agua y agregados finos y gruesos, que, al endurecer, desarrollaba para su uso estructural (Neville, 2011).

Mehta y Monteiro definieron el concreto como una mezcla de combinación íntima de cemento hidráulico, agua, agregados y, en muchos casos, aditivos químicos o minerales, cuya resistencia y desempeño dependían de la calidad de los componentes y del proceso de mezclado, colocación y curado (Mehta & Monteiro, 2014).



El concreto se entendió como un material compuesto de construcción, formado principalmente por la mezcla de cemento hidráulico, agua, agregados finos y gruesos, y eventualmente aditivos químicos o minerales. Al combinarse estos componentes, se produjo una pasta que, con el tiempo, endureció debido a las reacciones de hidratación del cemento, desarrollando resistencia mecánica y durabilidad adecuadas para su uso estructural. El comportamiento del concreto dependió de la calidad de sus materiales, de la correcta dosificación, mezclado, colocación y curado, así como de la interacción entre la pasta cementicio y los agregados, lo que lo convirtió en uno de los materiales fundamentales en la ingeniería civil. (Castaldo, 2000).

### **2.2.1.2 Componentes del concreto**

El concreto se formó a partir de la combinación de varios materiales que, al interactuar entre sí, dieron lugar a una masa homogénea capaz de endurecer y adquirir resistencia con el tiempo. Cada componente cumplió una función específica y su proporción influyó de manera directa en sus características. Entre estos componentes principales se encontraron el cemento, el agua, los agregados finos y gruesos, y, de manera complementaria, los aditivos químicos.

#### **A. Cemento**

El cemento se consideró el componente aglomerante del concreto, es decir, el material encargado de unir los agregados finos y gruesos. Generalmente se utilizó cemento hidráulico (como el cemento Portland), el cual, al reaccionar con el agua, formó una pasta que rodeó y ligó las partículas de los agregados. Esta pasta, con el paso del tiempo, endureció debido a las reacciones de hidratación, desarrollando resistencia y rigidez. La calidad del cemento, su tipo (por ejemplo, tipo I, IP, etc.) y su finura influyeron en la velocidad de fraguado, el calor generado y la resistencia obtenida. Por ello, la selección adecuada del cemento resultó fundamental para garantizar que el concreto



cumpliera con las exigencias estructurales y de durabilidad del proyecto. (ASOCEM, 1983).

## **B. Agua**

El agua se constituyó en el elemento que permitió activar el cemento, iniciar las reacciones de hidratación y proporcionar la trabajabilidad necesaria para mezclar, colocar y compactar el concreto. No obstante, no cualquier agua fue adecuada; se requirió que cumpliera condiciones de calidad similares al agua potable, libre de aceites, sustancias orgánicas, sales o contaminantes que pudieran afectar en su hidratación. La cantidad de agua utilizada, expresada mediante la relación (a/c), tuvo una influencia directa en su tenacidad del concreto: una mayor cantidad de agua aumentó la fluidez, pero redujo la resistencia mecánica y favoreció la formación de poros; por el contrario, una relación a/c controlada permitió obtener concretos más densos y resistentes.

## **C. Aditivos**

Los aditivos se definieron como productos químicos que se incorporaron al concreto en pequeñas cantidades, generalmente en proporción al peso del cemento, con el propósito de modificar ciertas propiedades de la mezcla en estado fresco, en estado endurecido o en ambos. Entre ellos se encontraron los acelerantes de fragua y resistencia, los retardantes, los plastificantes, los superplastificantes, los incorporadores de aire, entre otros. En el contexto de esta investigación, cobraron especial importancia los aditivos acelerantes, que se utilizaron para reducir los tiempos de fraguado y aumentar las resistencias tempranas, especialmente en condiciones de baja temperatura. En general, el uso adecuado de aditivos permitió adaptar el concreto a distintas condiciones de obra, mejorar su desempeño y optimizar los procesos constructivos, siempre y cuando se respetaran las dosificaciones recomendadas y se evaluaran sus efectos mediante ensayos de laboratorio. (Castellos, 2013).

## **D. Agregados finos y gruesos**

Constituyeron el mayor cuerpo del concreto y se dividieron en agregados finos (arenas) y agregados gruesos. El agregado fino se encargó de cubrir todos los espacios vacíos de la grava y de contribuir a la trabajabilidad de la mezcla, mientras que el agregado grueso proporcionó esqueleto resistente y rigidez al concreto endurecido. La granulometría, la forma de las partículas, la textura superficial, la resistencia propia del agregado y su limpieza fueron factores determinantes en el comportamiento del concreto. Agregados bien graduados permitieron una mejor compacidad y menor consumo de pasta de cemento, lo que repercutió en una mayor resistencia y menor permeabilidad. En cambio, agregados sucios, con arcillas o materia orgánica, afectaron la adherencia con la pasta y disminuyeron la calidad del concreto. (Martínez, 2009).

## Figura 1

*Componentes del concreto*



*Nota:* materiales para el concreto, adaptado de "Mixto listo". [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQHTWjbn54R8I5yQe33JZ2fWlv8UPy\\_1y4Pw&s](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQHTWjbn54R8I5yQe33JZ2fWlv8UPy_1y4Pw&s)

### 2.2.1.3 Propiedades del concreto

Se analizaron generalmente en dos etapas fundamentales, cada una de estas fases determinó el comportamiento del material desde su elaboración hasta su desempeño final en servicio. Según Neville (2011), entender las características del concreto en ambas etapas era esencial para asegurar su calidad y garantizar su

capacidad estructural en condiciones reales de obra. Asimismo, Mehta y Monteiro (2014) destacaron que las propiedades iniciales del concreto influían directamente en su resistencia, durabilidad y desempeño a largo plazo, por lo que su evaluación fue un proceso indispensable.

### **A. Estado fresco**

Se define como la mezcla recién elaborada que aún no había iniciado su proceso de fraguado y, por lo tanto, podía ser manipulada, colocada y compactada. Su comportamiento en esta fase dependió de factores como consistencia, trabajabilidad, cohesión y exudación. La trabajabilidad es importante, ya que determinó la facilidad con la que la mezcla podía colocarse sin segregarse, siendo comúnmente evaluada mediante el ensayo de slump (ASTM C143). Mehta y Monteiro (2014) indicaron que la trabajabilidad estuvo, la granulometría. Otra propiedad esencial fue la exudación, fenómeno en el que el agua migraba hacia la superficie, pudiendo afectar la homogeneidad de la mezcla y provocar debilidades en la zona superficial o cerca del refuerzo. El tiempo de fraguado, medido con el aparato Vicat, también formó parte de esta etapa y determinó el momento en que el concreto perdía plasticidad, siendo especialmente relevante cuando se utilizaban aditivos acelerantes o cuando el concreto se colocaba en climas fríos (Neville, 2011). Un adecuado control de estas propiedades permitió obtener una mezcla homogénea y garantizó un proceso constructivo eficiente y seguro.

### **Figura 2**

*Pruebas de concreto en estado fresco*



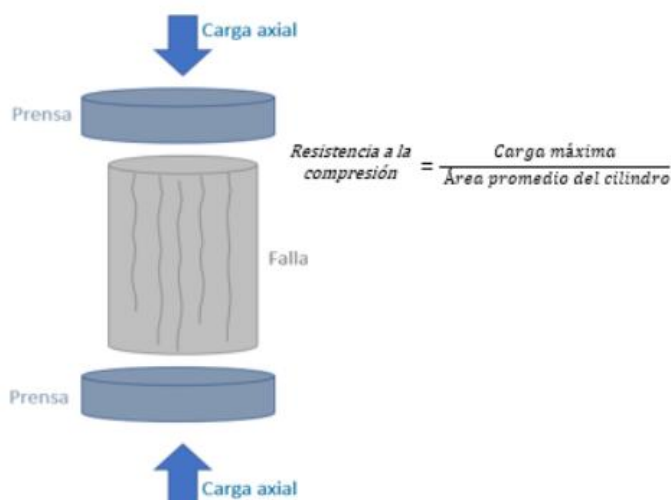
*Nota:* Ensayo de revenimiento, adaptado de "Linkedin".  
<https://es.linkedin.com/pulse/propiedades-del-concreto-fresco-ing-pedro-ventura>

### **B. Estado endurecido**

Corresponde al material que ya había completado los procesos de fraguado e hidratación inicial, adquiriendo resistencia y rigidez. Una de sus propiedades más estudiadas fue la resistencia a la compresión, considerada el principal indicador de la calidad estructural del concreto y evaluada normalmente a los 7, 14 y 28 días mediante ensayos normalizados (ASTM C39). Según el ACI Committee 318 (2019), el tipo de cemento, el curado y la compactación. Otras propiedades relevantes fueron la durabilidad, entendida a sulfatos o variaciones térmicas. De acuerdo con Mehta y Monteiro (2014), la durabilidad estuvo directamente asociada a la porosidad y permeabilidad del concreto, ya que concretos más densos y menos permeables fueron más resistentes al deterioro. La tracción, la retracción y la fluencia también formaron parte del comportamiento del concreto endurecido y permitieron evaluar de manera integral su desempeño estructural. Comprender estas propiedades fue clave para que cumpliera con las especificaciones de diseño y mantuviera su integridad durante la vida útil de la estructura.

### **Figura 3**

*Pruebas de concreto en estado endurecido*



Nota: Prueba de resistencia a compresión adaptado de "Cemento ALION".  
<https://alion.com.co/calidad-y-propiedades-del-concreto/>

#### 2.2.1.4 Factores que influyen en el comportamiento del concreto

Estuvo condicionado por diversos factores que determinaron su trabajabilidad, resistencia, durabilidad y desempeño estructural. Entre los aspectos más influyentes se encontraron la temperatura, la relación agua/cemento, el curado y la edad del concreto, los cuales interactuaron directamente con la estructura interna del material. Según Neville (2011), estos factores podían mejorar o deteriorar significativamente las propiedades del concreto si no se controlaban de manera adecuada desde el diseño de mezcla hasta la etapa de colocación y endurecimiento. Asimismo, Mehta y Monteiro (2014) señalaron que la comprensión de estos elementos permitía optimizar condiciones ambientales y en diversas aplicaciones estructurales.

##### A. Temperatura

La temperatura fue uno de los factores externos que más influyó en la velocidad de hidratación del cemento y, en consecuencia, en el fraguado y el desarrollo de resistencia del concreto. A temperaturas elevadas, las reacciones químicas se aceleraron, reduciendo el tiempo de fraguado, pero también incrementando el riesgo de fisuración temprana debido al mayor calor de hidratación (Neville, 2011). En contraste,

a temperaturas bajas, típicas de regiones como el altiplano peruano, el proceso de hidratación se ralentizó considerablemente, prolongando. ACI 306R indicó que, por debajo de 10 °C, el concreto podía presentar retrasos significativos en la ganancia de resistencia, requiriéndose medidas especiales como el uso de aditivos acelerantes o métodos de protección térmica. Por ello, la temperatura fue un factor crucial que determinó su proceso constructivo.

### **B. Relación agua/cemento**

Se consideró uno de los parámetros más determinantes en el comportamiento del concreto. Esta relación representó la proporción de fluidez a la mezcla. De acuerdo con Mehta y Monteiro (2014), contribuyó a la formación de una pasta más densa cuando la relación es baja y aumentando su tenacidad. Por el contrario, cuando la relación a/c fue alta, el exceso de agua generó vacíos capilares después del fraguado, lo que disminuyó la resistencia, incrementó la permeabilidad y afectó negativamente la vida útil del concreto. La relación agua/cemento influyó también en propiedades del estado fresco como la trabajabilidad, razón por la cual se controló mediante el uso de aditivos plastificantes en obras que requerían mayor fluidez sin comprometer la resistencia final. (Arroyo. 2008).

### **Figura 4**

*Frágil equilibrio entre la relación agua cemento*



*Nota:* Relación agua cemento y su resistencia, adaptado de "Putzm,eister".  
<https://bestsupportunderground.com/relacion-agua-cemento/>

### C. Curado

Consistió en el conjunto de procedimientos destinados a conservar la humedad y la temperatura del concreto después de su colocación, permitiendo que el proceso de hidratación se desarrollara adecuadamente. Según la norma ASTM C31, el concreto recién vaciado debía mantenerse húmedo durante los primeros días para evitar la evaporación excesiva del agua, la cual podía provocar fisuración superficial, pérdida de resistencia y falta de cohesión interna. Neville (2011) destacó que un curado deficiente podía reducir hasta en 50 % la resistencia esperada a los 28 días, especialmente en climas secos o ventosos. Las técnicas de curado incluyeron la aplicación de membranas químicas, el uso de mantas húmedas, inmersión en agua o pulverización periódica. Un curado correcto también mejoró la durabilidad al reducir la permeabilidad y favorecer, siendo un factor esencial para garantizar el buen desempeño del concreto a corto y largo plazo.

### D. Edad del concreto

Su colocación y estuvo directamente relacionada con el grado de hidratación completado. A medida que el tiempo avanzó, el cemento continuó hidratándose y formando compuestos que incrementaron la resistencia y rigidez del material. Según ACI Committee 318 (2019), el parámetro de resistencia a los 28 días se adoptó como referencia estándar internacional, ya que para ese momento el concreto alcanzó aproximadamente entre el 70 % y 85 % de su resistencia final, dependiendo del tipo de cemento y las condiciones ambientales. Arroyo, (2008) señalaron que el concreto podía seguir ganando resistencia incluso después de los 28 días, aunque a un ritmo más lento. La edad también influyó en otras características, la contracción y la fluencia. Por ello, evaluar la resistencia del concreto en distintas edades permitió comprender su evolución y asegurar que cumpliera con las especificaciones estructurales establecidas.

## **2.2.2 Aditivos para concreto**

### **2.2.2.1 Definición**

Los aditivos para concreto son productos químicos que se incorporan en pequeñas cantidades durante el mezclado con la finalidad de modificar propiedades específicas. Su uso se ha convertido en una práctica habitual en la ingeniería moderna debido a diversas condiciones de construcción, ambientales y de diseño. De acuerdo con Mehta y Monteiro (2014), los aditivos permiten optimizar características como la trabajabilidad, resistencia, durabilidad y tiempo de fraguado, contribuyendo a mezclas más eficientes y adaptadas a requerimientos técnicos particulares. (Castellos. 2013).

### **Figura 5**

*Aditivos para el concreto*



*Nota:* Distintos tipos de aditivos para el concreto, adaptado de “Sika Perú”.  
<https://pe.sikaguia.com/sika-para-concreto/>

La incorporación de aditivos también responde a demandas constructivas actuales, como la necesidad de acelerar los procesos de colocación, mejorar la calidad del acabado superficial, reducir costos operativos y garantizar la estabilidad estructural a largo plazo. Según Neville, (2012), los aditivos cumplen un rol crucial en proyectos donde las condiciones climáticas, la logística o los tiempos de ejecución requieren ajustes adicionales en las propiedades del concreto.

### **2.2.2.2 Definición y clasificación de aditivos (según ASTM C494 y NTP aplicables)**

La ASTM C494/C494M es la norma internacional de referencia más utilizada para la clasificación de aditivos químicos para concreto. Esta norma establece que un aditivo es “cualquier material añadido al concreto, en cantidad menor al 5 % del peso del cemento, con el propósito de modificar una o más de sus propiedades” (ASTM International, 2020).

La norma específica siete tipos principales, clasificados según su función:

#### **a) Tipo A – Reductor de agua**



Disminuyen la cantidad de agua necesaria para lograr una trabajabilidad específica. Su uso incrementa la resistencia mecánica y reduce la relación agua/cemento (ASTM International, 2020).

### **b) Tipo B – Retardante**

Retrasan el tiempo de fraguado inicial del concreto. Son útiles en climas cálidos o en elementos que requieren mayor tiempo de colocación (Neville, 2012).

### **c) Tipo C – Acelerante**

Aceleran el fraguado y el desarrollo de resistencia temprana. Su uso es común en zonas frías o cuando se necesitan desencofrados rápidos (ASTM International, 2020).

### **d) Tipo D – Reductor de agua y retardante**

Combina las funciones de los tipos A y B. Mejora la trabajabilidad y permite alargar el tiempo de fraguado.

### **e) Tipo E – Reductor de agua y acelerante**

Reduce la cantidad de agua mientras aumenta la velocidad de fraguado y resistencia inicial. Este tipo es particularmente útil en condiciones de baja temperatura (Kosmatka & Wilson, 2016).

### **f) Tipo F – Superplastificante (alto rango de reducción de agua)**

Permite una gran reducción del agua (12–30 %) sin perder trabajabilidad, logrando concretos más resistentes y densos.

### **g) Tipo G – Superplastificante retardante**

Combina la reducción de agua de alto rango con un retraso en el tiempo de fraguado. (Baca y Boy. 2015).

**Figura 6**

*Distintos tipos de aditivos para el concreto*



*Nota:* Aditivos según el uso, adaptado de "Tecnología del concreto". <http://tecnologia-concreto.blogspot.com/2016/05/semana-3-aditivos.html>

### 2.2.2.3 Normas peruanas aplicables (NTP)

En el Perú, la Norma Técnica Peruana (NTP) complementa las normas internacionales y define criterios específicos para los aditivos utilizados en obras del territorio nacional.

NTP 334.074: Regula los aditivos químicos para concreto, incluyendo su clasificación, requisitos de desempeño, límites de composición y ensayos de calidad.

Ambas normas coinciden en que el aditivo debe ser previamente ensayado en laboratorio antes de ser aplicado en obra, debido a que su desempeño puede variar según el tipo de cemento disponible en la región y las condiciones ambientales predominantes, especialmente en zonas de altura como Puno.

Según las NTP, los aditivos deben cumplir requisitos de funcionalidad, compatibilidad con el cemento y seguridad estructural, asegurando que no generen efectos adversos como corrosión, aumento excesivo de porosidad o pérdidas de resistencia a largo plazo (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2019).

#### 2.2.2.4 Funciones principales de los aditivos

Los aditivos cumplen un rol fundamental en la modificación del comportamiento del concreto, permitiendo ajustar sus propiedades para responder a condiciones específicas de construcción, ambientales o estructurales. Neville (2012) señala que la función principal de un aditivo es mejorar el desempeño del concreto sin alterar significativamente la composición base de la mezcla. De manera complementaria, Kosmatka y Wilson (2016) afirman que el uso adecuado de aditivos contribuye a optimizar tiempos, costos y calidad en obras de ingeniería civil.

Las funciones más relevantes son las siguientes:

##### a) Modificar la trabajabilidad

De acuerdo con Mehta y Monteiro (2014), la trabajabilidad depende principalmente de la relación agua/cemento, la granulometría y la presencia de aditivos.

Estos productos permiten obtener mezclas más fluidas y cohesivas, especialmente en concretos bombeables o en elementos con gran congestión de acero (Baca y Boy, 2015).

En términos prácticos, el incremento de trabajabilidad facilita:

- Una colocación más uniforme.
- Reducción de vacíos.
- Mayor calidad del acabado superficial.
- Menor esfuerzo de compactación.

##### b) Controlar el tiempo de fraguado

Los aditivos acelerantes y retardantes permiten controlar este comportamiento según las necesidades del proyecto. (Zabaleta, 1988).

##### Acelerantes



Se utilizan principalmente en:

- Climas fríos.
- Concretos que requieren desencofrados rápidos.
- Reparaciones de emergencia.

### **Retardantes**

- Retrasan el fraguado para evitar que el concreto pierda trabajabilidad antes de su colocación, especialmente en:
  - Temperaturas elevadas.
  - Elementos de gran volumen.
  - Vaciados prolongados. (Neville, 2012).

El control del fraguado permite mantener la calidad estructural y estética del concreto, evitando fisuras tempranas por calor o pérdidas de cohesión.

### **c) Aumentar la resistencia**

Los superplastificantes contribuyen al incremento de la resistencia a compresión del concreto. Según Kosmatka y Wilson (2016), al reducir el contenido de agua sin reducir la trabajabilidad, se obtiene un concreto más denso, con menor porosidad y mayor capacidad portante.

Los mecanismos principales son:

- Reducción de la relación agua/cemento
- Mejor distribución de partículas
- Hidratación más eficiente del cemento

Los acelerantes también pueden incrementar la resistencia inicial, lo que es beneficioso en obras donde se requiere un rápido avance constructivo.

### **d) Mejorar la durabilidad**

La durabilidad mantiene su integridad y propiedades mecánicas frente a agentes ambientales y químicos. sostienen que la durabilidad está directamente relacionada con la densidad y permeabilidad del concreto.

Los aditivos contribuyen a mejorar la durabilidad de diversas maneras:

- **Reductores de agua y superplastificantes:** generan mezclas menos porosas y más resistentes a agentes agresivos.
- **Incorporadores de aire:** mejoran la resistencia frente al ciclo hielo–deshielo.
- **Aditivos impermeabilizantes:** reducen la absorción capilar y la permeabilidad.
- **Aditivos anticorrosivos:** protegen el acero de refuerzo en ambientes agresivos.

La mejora de la durabilidad prolonga la vida útil de las estructuras, reduce costos de mantenimiento y asegura un mejor comportamiento frente a agentes externos como sulfatos, cloruros, carbonatación y humedad.

### 2.2.3 *Aditivos acelerantes de fraguado*

Los aditivos acelerantes de fraguado constituyen uno de los grupos más utilizados dentro de la ingeniería civil en zonas de baja temperatura o en situaciones donde se requiere agilizar el proceso constructivo. Su importancia radica en la capacidad de modificar la hidratación del cemento para acelerar su endurecimiento inicial y, en algunos casos, mejorar el desarrollo de resistencia en las primeras horas. Según Mehta y Monteiro (2014), estos aditivos actúan principalmente regulando las reacciones químicas de los compuestos del cemento, especialmente del silicato tricálcico ( $C_3S$ ), el cual es responsable del fraguado temprano.

#### **Figura 7**

*Aditivo acelerante Sikacem*



*Nota:* Aditivo Acelerante para el concreto de “Sika Perú”.  
<https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-autoconstruccion/acelerante-concreto/sikacem-acelerantepe.html>

### 2.2.3.1 Concepto y finalidad

Un acelerante de fraguado es un aditivo químico diseñado para reducir lo clasifica como aditivo tipo C, indicando que su función principal es “acelerar el tiempo de fraguado y/o el desarrollo de resistencia inicial en el concreto” (ASTM International, 2020). Estos aditivos actúan aumentando la velocidad de hidratación del cemento, especialmente en las primeras horas después del mezclado.

De acuerdo con Castellos, (2013), los acelerantes modifican la estructura inicial de los productos hidratados, generando una matriz más rígida en menor tiempo, lo cual favorece el endurecimiento rápido y una mayor cohesión temprana.

### 2.2.3.2 Beneficios esperados en obra

Los acelerantes de fraguado son especialmente útiles en aplicaciones donde el tiempo de ejecución o las condiciones ambientales pueden comprometer la calidad del concreto. Entre sus principales beneficios se encuentran:

#### 1. Reducción de fraguado

Esto permite acelerar el proceso de colocación y endurecimiento, lo cual es especialmente importante en regiones de clima frío como Puno, donde la baja temperatura ralentiza la hidratación del cemento (Kosmatka y Wilson, 2016).

## **2. Facilita desencofrados tempranos**

Al permitir que el concreto adquiera rigidez más rápido, se pueden retirar las formaleas en menor tiempo, optimizando la rotación de encofrados y reduciendo tiempos de obra.

## **3. Mejora la resistencia al congelamiento temprano**

En zonas de heladas, el concreto fresco corre riesgo de congelarse antes del fraguado. Los acelerantes ayudan a que el concreto gane cohesión rápidamente y resista mejores temperaturas bajas (Mehta & Monteiro, 2014).

## **4. Permite acelerar reparaciones o vaciados urgentes**

En trabajos nocturnos, en emergencias o en estructuras que deben habilitarse rápidamente (pisos industriales, carreteras, overlays), los acelerantes permiten restablecer la operación en plazos más cortos.

## **5. Mayor productividad**

Al aumentar la velocidad de fraguado, se incrementa el rendimiento del equipo y del personal, generando menos tiempo improductivo en obra.

### **2.2.3.3 Diferencia entre “acelera fraguado” y “acelera resistencia”**

Aunque muchas veces se usan como sinónimos, técnicamente no significan lo mismo. La distinción es importante para elegir el aditivo adecuado.

#### **1. Acelerante de fraguado**

Un acelerante de fraguado actúa reduciendo el tiempo que tarda el concreto en perder su consistencia fluida y alcanzar una rigidez inicial.

Su acción está asociada a:

- Mayor velocidad de hidratación inicial.
- Acortamiento del tiempo de fraguado inicial y final.
- Menor susceptibilidad al frío durante las primeras horas.

Castellos, (2013) indica que estos aditivos modifican principalmente las reacciones iniciales del cemento, sin necesariamente influir de forma significativa en la resistencia mecánica a largo plazo.

## 2. Acelerante de resistencia

Un acelerante de resistencia (aditivo tipo E) está diseñado para incrementar a edades de (1, 3 o 7 días). Su objetivo no es únicamente acelerar el fraguado, sino favorecer una hidratación temprana más intensa que genera mayor densidad y cohesión de la pasta (Kosmatka & Wilson, 2016).

Características:

- Mejora resistencia en primeras horas y primeros días.
- Permite desencofrados estructurales y pretensados más rápidos.
- Puede o no modificar el tiempo de fraguado.

**Tabla 2** *Características de los aditivos*

Característica	Acelerante de fraguado	Acelerante de resistencia
Objetivo principal	Reducir el tiempo de fraguado	Aumentar resistencia temprana
Efecto en mezcla	Endurecimiento inicial más rápido	Mayor densidad y cohesión temprana

Característica	Acelerante de fraguado	Acelerante de resistencia
Aplicación típica	Climas fríos, reparaciones rápidas	Pretensado, desencofrados estructurales
Puede acelerar resistencia	No necesariamente	Sí
Norma ASTM	Tipo C	Tipo E

*Nota:* Características principales del aditivo acelerante

En resumen, un aditivo puede acelerar el fraguado sin incrementar significativamente la resistencia temprana, o puede aumentar la resistencia sin modificar de forma notable el tiempo de fraguado.

#### 2.2.3.4 Mecanismo de acción

Actúan modificando la cinética de la hidratación del cemento, especialmente durante las primeras horas después del mezclado. Su objetivo principal es acelerar las reacciones químicas responsables del endurecimiento inicial, lo cual se traduce en una reducción del tiempo de fraguado y, en algunos casos, en una mayor resistencia temprana. Según Martínez, (2009), estos aditivos interactúan principalmente con los compuestos del cemento Portland, alterando la velocidad y el orden en que se forman los productos hidratados.

#### 2.2.3.5 Cómo actúan químicamente sobre la hidratación

La hidratación del cemento comienza cuando el agua entra en contacto con los compuestos anhidros, particularmente el silicato tricálcico ( $C_3S$ ) y el silicato dicálcico ( $C_2S$ ). En ausencia de aditivos, estas reacciones se desarrollan en varias etapas que incluyen un periodo inicial rápido y una fase de enfriamiento.

- Los acelerantes modifican principalmente:



- La duración del periodo de inducción, haciéndolo más corto.
- La velocidad de la reacción de aceleración, haciéndola más intensa.
- La solubilidad del yeso y de los silicatos, incrementando la disponibilidad de iones calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ).

Neville, (2012) explica que ciertos acelerantes, especialmente los que contienen compuestos solubles como nitratos, nitritos, formiatos o cloruros, incrementan la concentración iónica en la solución de poros, lo que favorece la precipitación temprana de los productos hidratados y acelera la rigidez inicial del concreto.

En términos generales, los acelerantes actúan:

- Aumentando la solubilidad de los compuestos del cemento, especialmente  $\text{C}_3\text{S}$ .
- Reduciendo la energía de activación necesaria para que ocurran las reacciones de hidratación.
- Incrementando la temperatura de hidratación, debido a la liberación más rápida de calor.
- Esto provoca que la microestructura se forme de manera más rápida y que el concreto gane rigidez en menos tiempo.
- Aceleración de la formación del gel C-S-H

Su formación se incrementa significativamente en presencia de acelerantes.

Mehta y Monteiro (2014) afirman que los acelerantes actúan promoviendo:

- Una mayor tasa de nucleación del C-S-H.
- Una precipitación más temprana, lo que reduce la fluidez de la mezcla.
- Una microestructura más densa durante las primeras horas.

El aumento en la disponibilidad de iones calcio acelera la formación del gel C-S-H, lo que produce un incremento inmediato de la cohesión interna y una reducción de la deformabilidad de la mezcla. Incluso en acelerantes libres de cloruros (como nitratos

y formiatos), se observa un efecto similar debido a la activación química del cemento y la intensificación del proceso de hidratación. (Castellanos, 2013).

### **2.2.3.6 Impacto en la reducción del tiempo de fraguado inicial y final**

El fraguado del concreto consiste en la pérdida gradual de plasticidad y el inicio del endurecimiento. Con la incorporación de acelerantes:

#### **1. El fraguado inicial se reduce**

El periodo de inducción, que en condiciones normales permite que la mezcla mantenga fluidez por un tiempo determinado, se acorta. Esto significa que el concreto empieza a endurecerse más rápido. Según Neville (2012), esta reducción puede variar entre 20 % y 60 %, dependiendo del tipo y dosis del aditivo.

#### **2. El fraguado final ocurre más pronto**

Debido a la rápida formación de productos hidratados, la pasta desarrolla rigidez y cohesión en menos tiempo. Esto resulta especialmente beneficioso en zonas frías como la región de Puno, donde las bajas temperaturas pueden retrasar el fraguado de forma considerable.

#### **3. Aumenta la liberación de calor de hidratación**

Kosmatka y Wilson (2016) señalan que los acelerantes también incrementan la temperatura interna del concreto debido a la mayor velocidad de hidratación. Este calor extra ayuda a contrarrestar los efectos del frío y evita que el agua dentro del concreto se congele prematuramente.

### **2.2.3.7 Influencia de los acelerantes en el concreto endurecido**

Los aditivos acelerantes no solo modifican el comportamiento del concreto en estado fresco, sino que también influyen en las propiedades mecánicas y de durabilidad una vez que el material ha endurecido. Su efecto depende del tipo de acelerante, la



dosificación, la temperatura ambiente y la compatibilidad con el cemento utilizado. Según Neville (2012), los acelerantes pueden producir beneficios significativos en la resistencia temprana, pero también pueden generar variaciones en la microestructura que afecten el desempeño a largo plazo.

## **A. Desarrollo de resistencia a corto plazo**

### **Incremento de resistencia a 24 h, 48 h y 72 h**

El incremento de resistencia temprana es una de las principales razones para utilizar acelerantes en concreto. La aceleración de la hidratación del silicato tricálcico ( $C_3S$ ) produce una mayor formación de gel C-S-H en las primeras horas, lo cual incrementa la cohesión interna y reduce la susceptibilidad a daños tempranos (Mehta & Monteiro, 2014).

Estudios citados por Kosmatka y Wilson (2016) muestran que:

- A las 24 horas, la resistencia puede aumentar entre 20 % y 70 % respecto a un concreto sin aditivo.
- A las 48 horas, el incremento puede superar el 50 %, dependiendo del tipo de acelerante.
- A las 72 horas, la resistencia suele mostrar una ganancia acumulada significativa, lo que permite activar procesos constructivos más rápidos.

Estos valores son aproximados y dependen del tipo de cemento, la temperatura y el aditivo empleado, pero reflejan la magnitud del impacto en las primeras horas.

## **B. Impacto en el encofrado y desencofrado**

La mayor resistencia temprana permite realizar el desencofrado en tiempos reducidos. Una vez que el concreto alcanza entre el 40 % y 70 % de su resistencia de



diseño, es posible retirar formaletas sin comprometer la estabilidad del elemento (Kosmatka & Wilson, 2016).

### **Los acelerantes benefician especialmente:**

- Columnas y muros, donde las presiones de vaciado exigen un rápido afianzamiento.
- Losas y vigas, que requieren suficiente rigidez para soportar cargas propias durante el desencofrado.
- Obras en climas fríos, donde el fraguado natural se retrasa significativamente.

Neville, (2012) enfatiza que el uso de acelerantes reduce los tiempos de espera entre etapas constructivas, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa y reducción de costos.

### **C. Desarrollo de resistencia a largo plazo**

Posibles pérdidas o ganancias

El efecto de los acelerantes sobre la resistencia a largo plazo no siempre es uniforme. Mehta y Monteiro (2014) señalan que:

- Algunos acelerantes sin cloruros pueden mantener o incluso aumentar la resistencia final debido a una hidratación más eficiente.
- Los acelerantes con cloruros, aunque producen grandes aumentos de resistencia temprana, pueden generar una microestructura más porosa si se utilizan en exceso, lo que podría reducir la resistencia final.

El comportamiento depende también del tipo de cemento, la hidratación secundaria del  $C_2S$  y el control de la relación agua/cemento.

### **D. Efecto sobre la microestructura**

El uso de acelerantes altera la cinética de formación del gel C-S-H, lo que puede modificar la densidad y la distribución de poros en el concreto endurecido. Neville, (2012) indica que una hidratación acelerada puede formar un gel inicial más abundante pero menos ordenado, lo cual podría generar:

- Reducción de poros capilares en edades tempranas.
- Aumento de porosidad secundaria si la hidratación final es menos eficiente.
- Zonas de microfisuración cuando la tasa de liberación de calor es elevada.
- En general, los acelerantes libres de cloruros producen una microestructura más estable a largo plazo que aquellos basados en cloruros.

#### **E. Durabilidad del concreto acelerado**

##### **Resistividad eléctrica**

La resistividad eléctrica del concreto está asociada a su capacidad para oponerse al movimiento de iones, lo que representa un indicador indirecto de su durabilidad. Una mayor resistividad implica menor permeabilidad y menor riesgo de corrosión. Según Mehta y Monteiro (2014), el uso de acelerantes puede incrementar o disminuir la resistividad dependiendo del tipo:

- Acelerantes sin cloruros (nitratos, formiatos) suelen aumentar la resistividad al favorecer una microestructura más compacta.
- Acelerantes con cloruros tienden a disminuir la resistividad al incrementar la concentración iónica en la solución de poros.

##### **Absorción capilar**

Kosmatka y Wilson (2016) afirman que una mezcla con acelerante puede presentar:

- Menor absorción capilar cuando el aditivo genera una hidratación más uniforme y una reducción de poros conectados.



- Aumento moderado de absorción si el fraguado es demasiado rápido y se produce una estructura menos densa.
- Un adecuado control de la dosificación es clave para evitar microfisuras que aumenten la absorción.

## Carbonatación

Neville (2012) indica que los acelerantes pueden influir en la carbonatación de la siguiente manera:

- Acelerantes libres de cloruros tienden a reducir la velocidad de carbonatación debido a una estructura más densa en edades tempranas.
- Acelerantes con cloruros pueden incrementar la velocidad, especialmente si generan una matriz más porosa o micro fisurada.

## Riesgos de corrosión por uso de acelerantes con cloruros

El principal problema asociado a los acelerantes con cloruros es su potencial para favorecer la corrosión del acero de refuerzo. La presencia de iones  $Cl^-$  rompe la capa pasiva que protege al acero, iniciando procesos de corrosión localizada (pitting).

Neville (2012) coinciden en que:

- El cloruro de calcio incrementa significativamente la velocidad de corrosión.
- Su uso está prohibido en concreto armado según ASTM C494, a menos que se trate de estructuras no expuestas a humedad o sin acero.
- Los acelerantes sin cloruros son preferidos en estructuras con refuerzo debido a su menor reactividad química.
- Este riesgo es particularmente relevante en zonas húmedas, ambientes marinos o suelos agresivos.

### 2.2.3.8 Factores ambientales y geográficos en la respuesta del aditivo

El desempeño de los aditivos acelerantes no depende únicamente de su composición química o de la mezcla del concreto, sino también de las condiciones ambientales y geográficas del lugar donde se realiza la construcción. En regiones altoandinas como Puno, factores como la baja temperatura, la variación térmica diaria, y la presión atmosférica reducida influyen de manera significativa en el proceso de hidratación del cemento y en la efectividad de los acelerantes. Según Mehta y Monteiro (2014), las condiciones ambientales extremas pueden alterar tanto la cinética del fraguado como el desarrollo de resistencia temprana, haciendo necesario el uso de aditivos específicos.

#### A. Condiciones climáticas en la región de Puno

La región de Puno, hace mucho frío durante las noches y madrugadas, especialmente en los meses de mayo a agosto. Este clima afecta directamente el desempeño del concreto fresco y endurecido.

#### B. Temperaturas bajas

Las temperaturas bajas reducen significativamente la velocidad de hidratación del cemento. Neville (2012) señala que, a 5 °C, el concreto puede tardar hasta tres veces más en fraguar que a 20 °C, lo cual afecta el tiempo de colocación, el desencofrado y el desarrollo de resistencia temprana. En Puno, donde las temperaturas mínimas pueden llegar incluso a valores negativos durante heladas, la mezcla corre el riesgo de congelarse antes de iniciar el fraguado. (Castaldo, 2013).

- Las consecuencias del frío incluyen:
- Incremento del tiempo de fraguado.
- Reducción de la resistencia inicial.
- Riesgo de fisuración por hielo.



- Dificultad para compactar y acabados deficientes.

### **C. Influencia en el fraguado del concreto**

Es exotérmico que disminuye considerablemente su velocidad en bajas temperaturas. Según Mehta y Monteiro (2014), cuando la temperatura desciende por debajo de los 10 °C:

- El periodo de inducción se prolonga, manteniendo el concreto plástico por más tiempo.
- El calor liberado por hidratación es insuficiente para elevar la temperatura interna de la mezcla.

En consecuencia, el concreto en Puno puede fraguar mucho más lento de lo esperado, afectando la programación de obra y aumentando el riesgo de defectos estructurales.

### **D. Justificación del uso de acelerantes**

Los aditivos acelerantes se justifican plenamente en la región de Puno debido a los efectos negativos del clima frío. Estos productos permiten:

- Favorecer el desarrollo de resistencia temprana, evitando daños por heladas.
- Aumentar el calor de hidratación interna, lo que ayuda a contrarrestar el ambiente frío.
- Optimizar tiempos de vaciado y desencofrado, que en climas fríos se verían prolongados.

Kosmatka y Wilson, (2016) afirman que, en climas fríos, los acelerantes son una de las herramientas más eficaces para mantener la calidad del concreto y asegurar una adecuada resistencia inicial.



## 2.3 Marco conceptual

- a. **Aditivos acelerantes de fragua:** Se emplean en el concreto para que su fraguado sea en el menor tiempo y llegue a su resistencia
- b. **Aditivos:** Se presentan en distintas maneras que ayudan al concreto a mejorar sus características tanto en resistencia como en durabilidad.
- c. **Agregados:** Conformados por grava y arena lo cual conforman la mayor parte de concreto los cuales son de mucha importancia para que llegue a su resistencia
- d. **Agua:** debe ser potable sin ningún tipo de químicos que dañen el concreto.
- e. **Curado:** Tienen que estar en condiciones de temperatura adecuada para que lleguen a la resistencia diseñada cuando se encuentra en estado duro.
- f. **Resistencia a flexión:** Son las cargas que soporta y generan esfuerzos de bending los cuales están relacionados con la resistencia a compresión los cuales tienen que estar en rangos de 10% y 20%
- g. **Resistencia a tracción:** Son aquellos que son sometidos cargas de estiramiento porque son relativamente frágiles hasta que fallen.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de la investigación

Corresponde a la estructura metodológica que guía el proceso para responder al problema planteado y alcanzar los objetivos del estudio. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el diseño consiste en un plan para obtener la información necesaria que permita desarrollar la investigación de manera rigurosa y coherente.

En el presente estudio, el diseño se caracteriza como experimental, dado que se manipula deliberadamente la variable independiente (tipo de aditivo acelerante) y se observa su efecto sobre la variable dependiente (características mecánicas). De acuerdo con Kerlinger y Lee (2002), un diseño experimental se emplea cuando el investigador controla las condiciones y aplica tratamientos a los sujetos u objetos de estudio con el propósito de identificar cambios atribuibles directamente a dichas intervenciones.

Asimismo, el estudio adopta un diseño experimental de tipo comparativo, puesto que se evalúan y contrastan los efectos de diferentes tipos de aditivos acelerantes en mezclas de concreto elaboradas bajo condiciones controladas. Este enfoque permite establecer con precisión las diferencias entre los concretos acelerados y el concreto convencional (sin aditivo), tal como sugieren Montgomery (2013) para investigaciones orientadas a la evaluación de desempeño de materiales de construcción.



El diseño también puede clasificarse como preexperimental de laboratorio, debido a que el conjunto de ensayos se lleva a cabo en un ambiente controlado, donde se estandarizan los procedimientos de mezclado, curado, fraguado y ensayo. Esto concuerda con lo señalado por ASTM International (2020), que enfatiza la necesidad de reproducir condiciones uniformes.

### **3.2 Métodos de la investigación**

El método de investigación describe el enfoque general que orienta el proceso para obtener, analizar e interpretar los datos necesarios para responder al problema planteado. Para este estudio, el método seleccionado es el método experimental, el cual permite identificar relaciones causales entre la variable independiente (tipo de aditivo acelerante) y las variables dependientes.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el método experimental se caracteriza por la manipulación deliberada de una o más variables para observar su efecto sobre otras variables, dentro de condiciones controladas. Este enfoque permite establecer con precisión los cambios producidos en el concreto cuando se incorpora un aditivo acelerante, comparándolos con un diseño convencional sin aditivos.

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

#### **3.3.1 Tipo de la investigación**

El presente estudio se clasifica como una investigación aplicada, debido a que busca generar conocimiento orientado a resolver un problema práctico relacionado con el comportamiento del concreto cuando se incorporan aditivos acelerantes de fraguado. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación aplicada se centra en utilizar teorías, principios y conocimientos existentes para mejorar procesos o desarrollar soluciones a necesidades reales. En este caso, el estudio contribuye a optimizar la elaboración y desempeño del concreto en condiciones climáticas propias de la región de Puno.



Asimismo, la investigación es de nivel explicativo, ya que pretende identificar y analizar la relación causal entre la variable independiente (tipo de aditivo acelerante) y las variables dependientes. Kerlinger y Lee (2002) señalan que los estudios explicativos buscan determinar las causas de los fenómenos, explicando por qué ocurren y cómo se generan los cambios observados. En esta tesis, se explica cómo los acelerantes influyen en el fraguado, el desarrollo de resistencia y la durabilidad del concreto.

El enfoque metodológico también permite afirmar que se trata de una investigación cuantitativa, dado que los datos se obtienen mediante mediciones objetivas de laboratorio, expresadas en unidades numéricas como tiempo de fraguado, resistencia a compresión, temperatura del concreto y slump. De acuerdo con Hernández et al. (2014), la investigación cuantitativa se caracteriza por el uso de instrumentos estandarizados que permiten cuantificar variables, analizar patrones y realizar comparaciones.

Finalmente, la investigación adopta un diseño de carácter experimental, ya que implica que se va manipular la variable independiente la incorporación de diferentes tipos de aditivos acelerantes para observar sus efectos sobre el concreto. Esto concuerda con lo indicado por Montgomery (2013), quien sostiene que el estudio experimental es el más adecuado para evaluar materiales de construcción bajo condiciones controladas.

### **3.3.2 Nivel de la investigación**

Es explicativo, dado que tiene como objetivo principal determinar la relación causal entre el uso de aditivos acelerantes de fraguado y las variaciones producidas en las propiedades. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), las investigaciones explicativas buscan identificar las causas de los fenómenos y comprender por qué ocurren, evaluando el efecto directo que una variable ejerce sobre otra. En este caso,



se analiza cómo la incorporación de diferentes tipos de acelerantes modifica el tiempo de fraguado, el desarrollo de resistencia.

El nivel explicativo implica no solo describir las características del concreto con aditivos, sino también analizar las razones y mecanismos que originan los cambios observados, estableciendo relaciones de causa-efecto. Esto coincide con lo señalado por Kerlinger y Lee (2002), quienes indican que los estudios explicativos pretenden formular y contrastar hipótesis que expliquen un fenómeno mediante la manipulación o el control de variables.

Asimismo, en este nivel de investigación se busca comprender el comportamiento del concreto bajo condiciones específicas —como las bajas temperaturas de la región de Puno y evaluar cómo los acelerantes intervienen en la cinética de hidratación y en el desempeño mecánico del material. Este análisis profundo permite no solo observar diferencias entre mezclas, sino explicar por qué dichas diferencias existen y bajo qué condiciones se presentan con mayor intensidad.

### **3.4 Población y muestra de la investigación**

#### **3.4.1 Población**

La población en una investigación experimental de materiales se refiere al conjunto total de elementos, unidades o especímenes que poseen características comunes y que podrían ser estudiados para responder al problema de investigación. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), la población está constituida por todos los casos que cumplen con los criterios establecidos por el investigador y sobre los cuales se pretende generalizar los resultados.

En el presente estudio, la población está conformada por todas las posibles mezclas de concreto convencional y concreto modificado con aditivos acelerantes de fraguado, elaboradas bajo las mismas proporciones de diseño, tipo de cemento, condiciones de temperatura y procedimientos de ensayo que se aplican en la región de



Puno. Esta población abarca todos los concretos que podrían fabricarse utilizando diferentes tipos y dosificaciones de acelerantes de fraguado y que serían sometidos a evaluaciones tanto en estado fresco como endurecido.

En términos más específicos, la población está integrada por:

- Concretos elaborados con cemento Portland Tipo I
- Concreto sin aditivos (mezcla patrón).
- Concretos con aditivos acelerantes de fraguado en distintas dosificaciones.
- Elementos ensayables de laboratorio como probetas cilíndricas de concreto y mezclas frescas para pruebas de trabajabilidad y fraguado.

Este enfoque coincide con lo señalado por Montgomery (2013), quien indica que en estudios experimentales sobre materiales, la población se define a partir de todas las unidades experimentales posibles que comparten características comunes y que podrían ser sometidas a tratamientos controlados.

Por tanto, la población de este estudio está constituida por todas las formulaciones y unidades potenciales de concreto, convencionales y acelerados, que pueden producirse bajo parámetros controlados de laboratorio y que cumplen las especificaciones técnicas para su evaluación.

### **3.4.2 Muestra**

La muestra corresponde al subconjunto específico de unidades experimentales seleccionadas de la población, sobre las cuales se aplicarán los procedimientos de laboratorio y se obtendrán los datos que permitirán responder al problema de investigación. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la muestra es el grupo de elementos elegidos bajo criterios definidos que representan a la población y permiten generalizar los resultados dentro de un margen aceptable de validez.



Nuestra tesis constituida por las mezclas de concreto y las probetas cilíndricas elaboradas específicamente para evaluar el efecto de los aditivos acelerantes de fraguado. Dado que se trata de un estudio experimental, la selección de la muestra es intencional y no probabilística, ya que se eligen deliberadamente las unidades que cumplen con las características requeridas para aplicar los tratamientos y realizar los ensayos de acuerdo con normas ASTM.

### **La muestra incluye:**

#### **Un grupo control:**

- Concreto convencional sin aditivos.
- Dos o más grupos experimentales:
- Concretos con diferentes tipos de aditivos acelerantes de fraguado.
- Concretos con distintas dosificaciones de un mismo acelerante

Para cada mezcla se elaboran probetas cilíndricas de concreto conforme a la norma ASTM C31, destinadas a ensayos de resistencia a compresión según ASTM C39 en edades tempranas y estándar, según el diseño del estudio.

#### **Cantidad estimada de unidades muestrales**

En la mayoría de investigaciones de tecnología del concreto, se elabora un mínimo de tres probetas por cada edad de ensayo para garantizar la validez estadística. Este criterio sigue la recomendación de ASTM C39 sobre el número mínimo de especímenes para obtener resultados representativos.

Por lo tanto, una muestra típica para este estudio puede estructurarse así:

- Mezcla control: 9 probetas
- Mezcla con acelerante Acelerante Sika: 27 probetas (9 probetas con 1% AF, 9 probetas con 1.5% AF, 9 probetas con 2% AF)



- Mezcla con acelerante Acelerante Chema 3: 27 probetas (9 probetas con 1% AF, 9 probetas con 1.5% AF, 9 probetas con 2% AF)

## 3.5 Técnicas e instrumentos

### 3.5.1 Técnicas

La técnica corresponde al conjunto de procedimientos estandarizados empleados para obtener datos válidos y confiables sobre las variables de estudio. En una investigación experimental de materiales de construcción, las técnicas deben cumplir con normas internacionales, especialmente ASTM y NTP, para asegurar la precisión y comparabilidad de los resultados. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la técnica de recolección de datos debe ser coherente con la naturaleza de las variables, el diseño de investigación y el método utilizado.

En esta investigación se emplean técnicas de observación directa, medición instrumental y ensayo destructivo, las cuales son las más utilizadas en estudios de tecnología del concreto.

#### 1. Observación directa

Esta técnica permite registrar el comportamiento del concreto fresco durante los procesos de mezclado, transporte, vaciado y fraguado. La observación se realiza bajo criterios técnicos previamente establecidos. Según Kerlinger y Lee (2002), la observación científica implica la descripción cuidadosa y objetiva de fenómenos tal como ocurren.

- En este estudio, la observación se aplica para evaluar:
- Cambios en la trabajabilidad.
- Aparición de segregación o exudación.
- Comportamiento del concreto durante el fraguado inicial.

#### 2. Medición instrumental



La medición constituye una técnica fundamental para obtener datos cuantitativos precisos. Para Hernández et al. (2014), medir implica asignar valores numéricos a las variables mediante instrumentos estandarizados.

Las mediciones se realizan utilizando equipos calibrados de laboratorio, tales como:

- Cono de Abrams para medir el asentamiento (ASTM C143).
- Aparato de penetración para determinar el tiempo de fraguado del concreto (ASTM C403).
- Termómetro digital para medir la temperatura del concreto fresco (ASTM C1064).
- Balanza de precisión para determinar peso unitario (ASTM C138).
- Estas técnicas permiten recopilar datos confiables para analizar el comportamiento del concreto en estado fresco.

### 3. Ensayos destructivos

Los ensayos destructivos permiten determinar la resistencia mecánica del concreto endurecido mediante la aplicación de cargas hasta la falla. Según Montgomery (2013), los ensayos destructivos son indispensables para evaluar propiedades estructurales como resistencia a compresión, módulo de elasticidad y comportamiento ante cargas.

En este estudio, el ensayo principal es:

- Resistencia a compresión de probetas cilíndricas, realizado según la norma ASTM C39.
- Este ensayo permite obtener resultados a edades tempranas y estándar (28 días), evaluando el efecto de los acelerantes en el desarrollo de resistencia.



### 3.5.2 Instrumentos

Los instrumentos constituyen los dispositivos, equipos y herramientas estandarizadas que permiten obtener mediciones precisas y confiables sobre las variables estudiadas. Su correcta selección y calibración es fundamental para garantizar la validez de los datos experimentales, especialmente en investigaciones de carácter cuantitativo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), los instrumentos deben ser apropiados para el tipo de variable evaluada y ofrecer estabilidad, precisión y sensibilidad.

Se emplean diversos instrumentos de laboratorio que cumplen con las normas técnicas ASTM y NTP aplicables para la evaluación de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

#### 1. Cono de Abrams

Utilizado para medir el asentamiento (slump) del concreto según ASTM C143.

El instrumento está conformado por:

- Molde troncocónico metálico.
- Varilla de compactación de acero.
- Base metálica rígida.

Este equipo permite evaluar la trabajabilidad del concreto y detectar variaciones ocasionadas por la incorporación de acelerantes.

#### 2. Balanza electrónica de precisión

Utilizada para:

- Determinar el peso unitario del concreto fresco (ASTM C138).
- Pesar materiales para dosificación.
- Controlar la masa de probetas endurecidas.



- Garantiza mediciones exactas que influyen en el cálculo de densidad, rendimiento y proporciones de mezcla.

### 3. Termómetro digital

- Instrumento empleado para medir la temperatura del concreto fresco según ASTM C1064. La temperatura es un factor crítico en la acción de los acelerantes, especialmente en climas fríos como Puno.

### 4. Moldes cilíndricos para probetas

Moldes estandarizados de  $\varnothing$  15 cm  $\times$  30 cm o  $\varnothing$  10 cm  $\times$  20 cm, aprobados por ASTM C31 para la elaboración de probetas de concreto destinadas a ensayos de resistencia a compresión. Permiten obtener especímenes uniformes para garantizar comparabilidad entre tratamientos.

### 5. Máquina universal de compresión

Equipo utilizado para realizar el ensayo de resistencia a compresión del concreto endurecido conforme a ASTM C39. Este instrumento permite aplicar carga axial de manera controlada y registrar:

- Carga máxima soportada.
- Modo de falla de la probeta.
- Resistencia en megapascales (MPa).

Es el instrumento principal para evaluar la eficacia de los acelerantes en el desarrollo de resistencia temprana.

### 6. Recipientes y herramientas de mezclado

Incluyen:

- Mezcladora eléctrica de laboratorio (ASTM C192).



- Paletas metálicas.
- Cubetas para transporte del concreto.
- Son fundamentales para garantizar mezclado homogéneo y reproducible.

## 7. Vernier y cinta métrica

Usados para medir:

- Diámetros y alturas de probetas.
- Dimensiones de moldes y equipos.

Aseguran que los especímenes cumplan con las tolerancias establecidas en normas ASTM.

### 3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

#### 3.6.1 Validación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que la validez hace referencia al grado en que un instrumento mide efectivamente aquello para lo cual fue diseñado. En el caso de investigaciones experimentales sobre materiales como el concreto, la validación se fundamenta en el uso de normas técnicas estandarizadas, calibración de equipos y la revisión por parte de expertos.

En esta investigación, la validación se llevó a cabo mediante tres estrategias principales: validación por normas, validación técnica de instrumentos y validación por juicio de expertos. (Cordova, 2009).

Las principales normas aplicadas incluyen:

- ASTM C143: Medición del slump.
- ASTM C403: Determinación del tiempo de fraguado.
- ASTM C31: Elaboración y curado de probetas.
- ASTM C39: Ensayo de resistencia a compresión.

El empleo de estas normas asegura que los resultados obtenidos sean técnicamente válidos, comparables y aceptados internacionalmente.

### **3.6.2 Confiabilidad**

La confiabilidad se refiere al grado de estabilidad, consistencia y precisión de los resultados obtenidos a través de los instrumentos y procedimientos empleados en la investigación. Según Córdova (2009), un instrumento o método es confiable cuando produce resultados consistentes al aplicarse repetidamente bajo las mismas condiciones. En estudios experimentales en ingeniería civil, la confiabilidad es fundamental para garantizar que las variaciones observadas en las mediciones sean producto de los tratamientos aplicados en este caso, los tipos de aditivos acelerantes y no de errores instrumentales o procedimentales. (Córdova, 2009).

En esta investigación, la confiabilidad se aseguró mediante los siguientes mecanismos: estandarización de procedimientos, calibración y repetición de ensayos, y control de variables extrínsecas.

## **3.7 Procedimiento de recolección de datos**

### **❖ Obtención de los agregados**

Es un proceso fundamental en la elaboración del concreto, ya que estos materiales constituyen entre el 60 % y 75 % del volumen total de la mezcla y tienen una influencia directa en su trabajabilidad, resistencia, durabilidad y comportamiento frente a la acción de aditivos químicos. Según Kosmatka y Wilson (2016), la calidad del concreto depende en gran medida de las características físicas y mecánicas de los agregados, por lo que su selección debe seguir criterios técnicos rigurosos.

En esta investigación, la obtención de los agregados se realizó mediante un procedimiento que garantiza la representatividad, uniformidad y calidad de los materiales empleados tanto en la elaboración del concreto convencional como en el concreto con acelerantes de fraguado.



## ❖ **Control de calidad de los agregados**

Para asegurar la confiabilidad del experimento, se realizaron ensayos de control de calidad:

### a) Análisis granulométrico – ASTM C136

Permite determinar si la gradación del agregado cumple los requisitos y si es compatible con el diseño de mezcla. (Gómez, 2015).

### b) Peso específico y absorción – ASTM C127 (grueso) y ASTM C128 (fino)

Estos valores se emplean para ajustar la relación agua/cemento y garantizar mezclas consistentes. (Gómez, 2015).

### c) Impurezas orgánicas – ASTM C40

Las impurezas pueden interferir con la acción de los acelerantes, alterando el fraguado.

### d) Equivalente de arena – ASTM D2419

Puede influir en la trabajabilidad y reacción química con los acelerantes.

## ❖ **Aditivos acelerantes usados**

Aditivos acelerantes utilizados fueron:

Se trabajó con dos aditivos acelerantes de fraguado SikaCem Acelerante y Chema Acelerante 3. Ambos productos son aditivos químicos diseñados para reducir el tiempo de fraguado del concreto y promover el desarrollo de resistencia temprana. Su selección se justifica por su disponibilidad comercial, su uso frecuente en obras locales y su compatibilidad con cementos Portland tipo I empleados en la región de Puno.

### **A. Aditivo acelerante SikaCem**

El aditivo SikaCem Acelerante es un acelerante líquido libre de cloruros, especialmente formulado para promover el fraguado rápido del concreto y morteros. Se utiliza cuando se requiere aumentar la velocidad de endurecimiento inicial, particularmente en climas fríos, vaciados urgentes o elementos que necesitan puesta en servicio rápida.

### **Características principales del SikaCem:**

- Acelerante libre de cloruros, lo que lo hace apto para concreto armado.
- Incrementa la resistencia temprana, especialmente en las primeras 24 y 48 horas.
- Reduce el tiempo de fraguado inicial y final.
- Mejora la trabajabilidad cuando se usa en las dosificaciones recomendadas.

Eficaz en condiciones de temperaturas bajas, como las observadas en la región de Puno.

### **B. Aditivo acelerante Chema 3**

El aditivo Chema Acelerante 3 es un acelerante líquido diseñado para acelerar el fraguado y mejorar la resistencia inicial de morteros y concretos. Es un producto reconocido en el mercado peruano por su eficiencia en obras que requieren desencofrados rápidos o aplicación en clima frío.

### **Características principales del Chema 3:**

- Acelerante químico formulado principalmente para fraguado rápido.
- Puede generar un aumento considerable de resistencia a 24 y 48 horas.
- Adecuado para concretos y morteros en zonas de heladas.
- Dependiendo de la formulación, puede contener compuestos que incrementan la velocidad de hidratación del cemento (generalmente nitratos u otros acelerantes convencionales).

- Se emplea típicamente entre 1 % y 2 % del peso del cemento, conforme a hoja técnica del fabricante.

#### ❖ **Diseño de mezcla**

Se realizó tomando como referencia los procedimientos establecidos en la normativa vigente para la dosificación de concretos estructurales, considerando las condiciones ambientales de la región de Puno y los requerimientos de resistencia. El objetivo del diseño fue obtener una mezcla patrón (concreto convencional) y dos mezclas modificadas con aditivos acelerantes y variando únicamente la incorporación del aditivo, con el fin de evaluar su influencia en el comportamiento del concreto.

### **1. Mezcla patrón (concreto convencional)**

La mezcla patrón corresponde al concreto convencional sin aditivos, diseñada para una resistencia característica a la compresión

### **2. Mezclas con aditivo acelerante**

Se diseñaron dos mezclas adicionales, manteniendo el mismo contenido de cemento, agua y agregados que la mezcla patrón, e incorporando los aditivos acelerantes en porcentaje respecto al peso del cemento, de acuerdo con las recomendaciones técnicas de cada fabricante.

#### **Mezcla con aditivo SikaCem Y chema 3**

En esta mezcla se incorporó el aditivo acelerante SikaCem y Chema 3, dosificado como un porcentaje del peso del cemento, entre 1%, 1.5% y 2 % del peso del cemento, según la dosificación que defina tu investigación.

#### **3.7.1 Ensayos en laboratorio**

##### ❖ **Cuarteo de la muestra**

##### **Equipos y materiales**



- Muestra de estudio
- Saquillo o lona
- Escoba y cepillo
- Pala o cucharón
- bandejas

### **Procedimiento**

- Tomamos una muestra representativa
- Colocamos la muestra sobre una superficie plana
- Realizamos mezclas de un lado para el otro con la cuchara o pala para que tenga una forma cónica al final aplanamos
- Luego a de aplanar separamos en cuatro partes casi iguales y limpiamos con la brocha
- Seleccionamos muestras diagonales y esa será nuestra muestra

### ❖ **Ensayo de Contenido de humedad**

#### **Equipos y materiales**

- Malla N<sup>a</sup> 4
- Capsula metálica
- Brocha y alguna franela
- Balanza de precisión
- Estufa u horno

#### **Procedimiento**

- Anotamos la capsula o le asignamos un numero
- Luego echamos la muestra a la capsula para luego pesar
- Secamos la muestra en la estufa o en el horno
- Una vez secado dejamos enfriar

- Pesamos la muestra seca y anotamos

### Figura 8

#### *Ensayo de humedad de los agregados*



*Nota:* Anotamos el peso húmedo y luego colocamos al horno.

#### ❖ **Ensayo de Granulometría**

##### **Equipos y materiales**

- Balanzas de precisión
- Tamices desde la Malla de 1" hasta la malla 200
- Brocha y bandejas

##### **Procedimiento arena**

- Hacemos el cuarteo de la muestra pasado de la malla 4
- Seleccionamos los tamices desde la malla 4 hasta la malla 200
- Pesamos la muestra de 500 gramos y echamos a los tamices
- Realizamos o agitamos los tamices

- Tamizamos tamiz por tamiz y colocamos la muestra retenida en las fiolas
- Pesamos el peso retenido de cada tamiza
- Limpiamos con cuidado en los tamices más finos

### Procedimiento grava

- Realizamos el cuarteo de la muestra retenida desde la malla 4
- Pesamos una muestra representativa de 3500 gramos para el tamizaje
- Seleccionamos los tamices a partir de la malla 4 hasta 1"
- Tamizamos tamiz por tamiz
- Anotamos el peso retenido en cada tamiz

**Figura 9**

*Ensayo granulométrico de los agregados*



*Nota:* Tamizamos los agregados arena y grava.

### ❖ Preparamos La Muestra

#### Materiales y equipos

- Carretilla

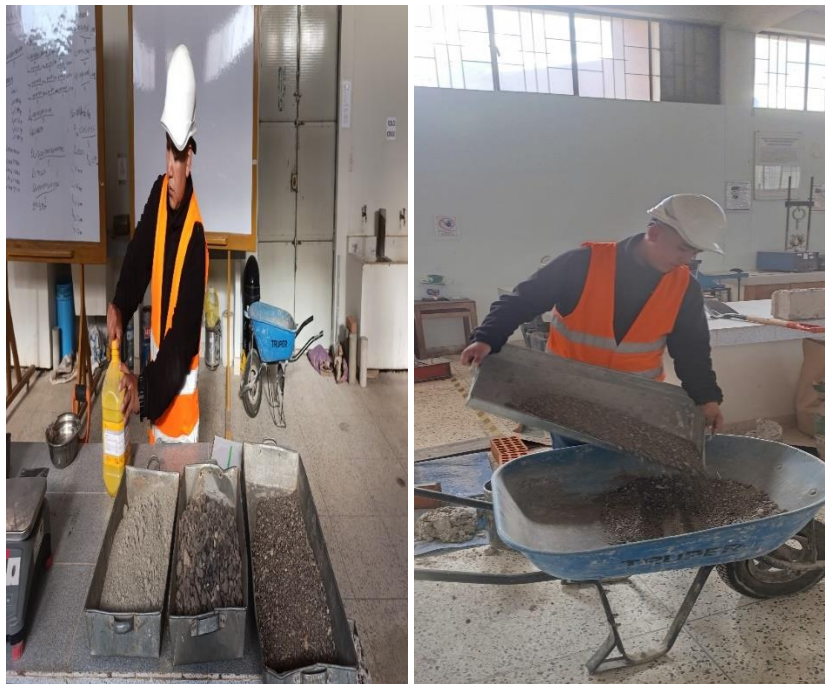
- Balanza
- Cemento, agregado, aditivo, agua
- Pala, bandejas

### Procedimiento

- Pesamos las muestras de cemento agregados y agua más el aditivo acelerante
- Colocamos las muestras a la carreterilla y batimos hasta que este homogéneo
- Echamos el agua según la dosificación del diseño y echamos el aditivo
- Batimos hasta que esté bien mezclado

### Figura 10

#### *Preparación del concreto*



*Nota:* Pesamos las muestras y luego batimos

### ❖ Ensayo de revenimiento

#### Materiales

- Cono de abrams



- Varilla cónica de 5/8"
- Cinta métrica

### **Procedimiento**

- Mojamos el cono con su base plana
- Echamos la muestra en 3 capas
- Cada capa lo realizamos 25 varilladas
- Enrasamos el cono y enrasamos
- Sacamos el cono lentamente y volteamos el cono
- Medimos el slump del cono de abrams

### ❖ **Elaboración de probetas**

#### **Materiales**

- Probetas o briquetas
- Varilla de 5/8"
- Cepillo metálico
- Bolsa de plástico
- Brochas
- Cucharas metálicas
- Petróleo

#### **Procedimiento**

- Limpiamos las probetas con el cepillo metálico hasta que esté libre de impurezas y limpiamos con la brocha
- Ajustamos las probetas con la base plana
- Pasamos en el molde de la probeta con petróleo
- Colocamos la mezcla en tres capas
- Cada capa de 25 golpes, y damos golpes suaves con el combo de goma

- Enrasamos y limpiamos las briquetas
- Cubrimos las briquetas con plástico para que no pierda humedad

**Figura 11**

*Elaboración del concreto en las probetas*



*Nota:* Limpiamos las probetas y luego pasamos con petróleo

### ❖ Curado de probetas

#### **Materiales**

- Posa de curado
- Bolsas
- Termómetro

#### **Procedimiento**

- Etiquetamos las probetas según los días de rotura
- Desmoldamos las briquetas con cuidado
- Colocamos las probetas en la poza de curado

- Acomodamos las probetas en la poza según la edad de rotura
- Enrasamos lleno de agua hasta que cubra las probetas
- El agua no debe tener químicos
- Controlamos con un termómetro la temperatura del agua

**Figura 12**

*Colocamos las probetas en la poza de curado*



*Nota:* Curamos las probetas y luego retiramos según el tiempo de rotura para que sean sometidos a rotura

### ❖ **Ensayo de resistencia a compresión**

#### **Materiales y equipos**

- Prensa hidráulica
- Vernier
- Brochas

#### **Procedimiento**

- Medimos el área de la probeta

- Colocamos la probeta en la prensa hidráulica
- Ponemos las almohadillas de neopreno en la parte superior e inferior
- Se realiza la carga de la prensa hasta que falle la probeta
- Anotamos la carga y retiramos la probeta fallada

### Figura 13

*Ensayo de la prueba de resistencia a compresión de la probeta*



*Nota:* Anotamos la carga y tipo de falla de la probeta

### 3.8 Procesamiento y análisis de datos

Permiten interpretar los resultados y establecer la influencia de los aditivos acelerantes SikaCem y Chema 3. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), el análisis de datos en investigaciones cuantitativas implica la organización, codificación, tabulación y aplicación de técnicas estadísticas para dar respuesta a los objetivos e hipótesis planteados.

En este estudio, el procesamiento de la información se realizó mediante las siguientes etapas: registro y codificación, estadística descriptiva, comparación entre mezclas y presentación gráfica de resultados.



## Registro y codificación de datos

Las pruebas fueron registrados en formatos de laboratorio diseñados para tal fin. Posteriormente, se trasladaron a hojas de cálculo digitales para su procesamiento.

A cada mezcla se le asignó un código:

- M1: Concreto convencional sin aditivo (mezcla patrón).
- M2: Concreto con aditivo acelerante SikaCem.
- M3: Concreto con aditivo acelerante Chema 3.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados

En este capítulo se muestra los resultados del concreto convencional (M1) y a las mezclas con aditivo acelerante SikaCem (M2) y Chema 3 (M3). Los resultados se organizan en dos apartados principales: Los datos se muestran en tablas y gráficos comparativos con el fin de facilitar la interpretación de las diferencias entre las mezclas evaluadas

##### a. Contenido de humedad

**Tabla 3**

*Resultados del contenido de humedad de la grava*

<b>DESCRIPCIÓN: GRAVA</b>	<b>Unidad (g)</b>
Masa húmeda + cap.	487.40
Masa de la capsula	51.10
Masa seca + cap.	479.30
Masa seca	428.20
Masa húmeda	436.30
Masa del agua	8.10
Humedad (%)	1.89

*Nota:* Datos de los resultados de laboratorio

## INTERPRETACIÓN

La tabla N<sup>a</sup> 3, arrojó una masa húmeda de 436.30 g y una masa seca de 428.20 g, lo que corresponde a una masa de agua de 8.10 g y a un contenido de humedad de 1.89 %. Este resultado indica que la grava no se encuentra totalmente seca, sino que contiene una pequeña cantidad de agua adherida, probablemente debido a las condiciones de almacenamiento y al ambiente, por lo que dicho porcentaje de humedad debe considerarse, ya que representa agua adicional que ingresa al sistema y que debe descontarse del agua de amasado para mantener constante y asegurar la reproducibilidad y precisión de los resultados experimentales.

### Tabla 4

*Resultados del contenido de humedad de la arena*

DESCRIPCIÓN: ARENA	Unidad (g)
Masa húmeda + cap.	398.50
Masa de la capsula	38.30
Masa seca + cap.	369.50
Masa seca	331.20
Masa húmeda	360.20
Masa del agua	29.00
Humedad (%)	8.76

*Nota:* Datos de los resultados de laboratorio

## INTERPRETACIÓN

La tabla N<sup>a</sup> 4, mostró una masa húmeda de 360.20 g y una masa seca de 331.20 g, lo que corresponde a una masa de agua de 29.00 g y a un contenido de humedad de 8.76 %. Este valor es significativamente mayor que el de la grava, lo que indica que la arena retiene una cantidad considerable de agua, probablemente debido a su mayor

superficie específica y a las condiciones de acopio. En términos de diseño de mezcla, esta humedad representa un aporte importante de agua a la mezcla de concreto, por lo que debe descontarse del agua de amasado calculada teóricamente para no incrementar la relación agua/cemento de forma involuntaria.

### b. Ensayo de absorción

**Tabla 5**

*Resultados de absorción de la arena y grava*

Descripción	Arena	Grava
Masa del pic. + masa + agua (W)	1619.28 g	1804.09 g
Masa del pic. + agua (Wc)	1314.20 g	1314.20 g
Masa de la muestra saturada (Y)	500.00 g	800.00 g
Masa de la muestra seca (X)	484.67 g	787.18 g
Absorción (%) = $((Y-X) \times 100) / X$	3.16 %	1.63 %

*Nota:* Datos de los resultados de laboratorio

### INTERPRETACIÓN

La tabla N<sup>o</sup> 5, la arena presenta una absorción de 3.16 %, mientras que la grava registra un valor de 1.63 %, obtenidos a partir de la diferencia entre la masa saturada y la masa seca de cada muestra. Estos valores muestran que la arena tiene mayor capacidad para retener agua en sus poros que la grava, lo cual es coherente con su textura más fina y mayor superficie específica. Desde el punto de vista del diseño de mezcla, estos porcentajes son fundamentales para determinar el estado saturado superficialmente seco (SSS) de los agregados y para ajustar correctamente el contenido de agua de amasado.

**Tabla 6***Resultados de peso específico de la arena y grava*

Descripción	Arena	Grava
Masa del pic. + masa + agua (W)	1619.28 g	1804.09 g
Masa del pic. + agua (Wc)	1314.20 g	1314.20 g
Masa de la muestra saturada (Y)	500.00 g	800.00 g
Pe. = $Y/wc+Y-W$	2.57	2.58

*Nota:* Datos de los resultados de laboratorio

### INTERPRETACIÓN

La tabla N<sup>o</sup> 6, indican que la arena presenta un peso específico de 2.57 y la grava de 2.58, valores obtenidos a partir de la masa de la muestra saturada y las lecturas del picnómetro con y sin agregado. Estos resultados muestran que ambos agregados se encuentran dentro del rango típico de los agregados normales utilizados en concreto (aproximadamente entre 2.50 y 2.70), lo que confirma que son adecuados. La similitud entre los valores de arena y grava favorece una mezcla más homogénea y una densidad de concreto coherente con los diseños convencionales, además de facilitar el cálculo del peso unitario y del rendimiento de la mezcla. Considerar estos pesos específicos es importante en términos de volúmenes y masas, asegurando que las proporciones de agregados en el diseño de mezcla sean correctas y que el concreto producido en la investigación represente fielmente las condiciones reales de obra.

#### c. Ensayo de peso unitario varillado y suelto

**Tabla 7***Peso unitario a caída libre de la grava*

Descripción	Densidad mínima de la grava – Caída libre	
Volumen del molde	3249.00 cm <sup>3</sup>	Unidad

Peso del molde		7965.00 g		
Masa del molde + muestra	12458.00	12443.00	12467.00	g
Masa de la muestra suelta	4493.00	4478.00	4502.00	g
Densidad mínima	1.383	1.378	1.385	g/cm <sup>3</sup>
Promedio		1.382 g/cm <sup>3</sup>		

*Nota:* Datos de los resultados de laboratorio

### INTERPRETACIÓN

La tabla N<sup>o</sup> 7, arrojó masas de muestra entre 4478.00 g y 4502.00 g, obteniéndose densidades mínimas de 1.383, 1.378 y 1.385 g/cm<sup>3</sup>, con un peso unitario promedio de 1.382 g/cm<sup>3</sup>. Este valor representa la densidad de la grava en condición suelta, es decir, sin compactación, y es fundamental para convertir correctamente las proporciones de la mezcla de concreto de volumen a peso. Un peso unitario en este rango indica que se trata de un agregado grueso típico para concreto normal y permite estimar con precisión la cantidad de grava necesaria por metro cúbico de concreto, contribuyendo a que la dosificación sea más exacta y a que las mezclas elaboradas en laboratorio sean representativas de las condiciones reales de obra.

### Tabla 8

*Peso unitario varillado de la grava*

Descripción	Densidad máxima de la grava – Compactado			
Volumen del molde		3249.00 cm <sup>3</sup>		
Peso del molde		7965.00 g		
Masa del molde + muestra	12819.00	12842.00	12833.00	g
Masa de la muestra suelta	4854.00	4877.00	4868.00	g
Densidad máxima	1.494	1.501	1.498.00	g/cm <sup>3</sup>
Promedio		1.498 g/cm <sup>3</sup>		

*Nota:* Datos de los resultados de laboratorio

## INTERPRETACIÓN

La tabla N<sup>o</sup> 8, muestra masas de muestra entre 4854.00 g y 4877.00 g, obteniéndose densidades máximas de 1.494, 1.501 y 1.498 g/cm<sup>3</sup>, con un peso unitario promedio de 1.498 g/cm<sup>3</sup>. Este valor representa la densidad de la grava cuando ha sido acomodada mediante compactación, lo que implica un incremento aproximado de 8.4 % respecto al peso unitario en condición suelta (1.382 g/cm<sup>3</sup>). Esto evidencia que, al compactar el agregado, se reduce el volumen de vacíos entre partículas y aumenta la masa por unidad de volumen. Desde el punto de vista del diseño de mezcla, esta información es importante para diferenciar entre condiciones de acopio y de colocación en obra, y para decidir si la dosificación se controlará con base en agregados sueltos o compactados, de modo que se garantice una proporción adecuada de agregado grueso por metro cúbico de concreto y se mantenga la consistencia entre los ensayos de laboratorio y las condiciones reales de construcción

### Tabla 9

*Peso unitario a caída libre de la arena*

Descripción	Densidad mínima de la arena – Caída libre			
Volumen del molde	2099.00 cm <sup>3</sup>			Unidad
Peso del molde	5972.00 g			
Masa del molde + muestra	9162.00	9188.00	9149.00	g
Masa de la muestra suelta	3190.00	3216.00	3177.00	g
Densidad mínima	1.519	1.532	1.513	g/cm <sup>3</sup>
Promedio	1.521 g/cm <sup>3</sup>			

*Nota:* Datos de los resultados de laboratorio

## INTERPRETACIÓN

La tabla N<sup>o</sup> 9, mostró masas de muestra entre 3177.00 g y 3216.00 g, obteniéndose densidades de 1.513, 1.519 y 1.532 g/cm<sup>3</sup>, con un peso unitario promedio

de 1.521 g/cm<sup>3</sup>. Este valor representa la densidad de la arena en condición suelta, es decir, sin compactación, y es coherente con un agregado fino normal utilizado en la elaboración de concreto. Este peso unitario es fundamental para convertir las proporciones de diseño de mezcla de volumen a peso, permitiendo calcular con mayor precisión la cantidad de arena requerida por metro cúbico de concreto y asegurando que las dosificaciones realizadas en laboratorio sean representativas de las condiciones de obra, manteniendo la uniformidad y consistencia en las mezclas empleadas en la investigación.

**Tabla 10***Peso unitario varillado de la arena*

Descripción	Densidad máxima de la arena – Compactado			
Volumen del molde	2099.00 cm <sup>3</sup>			Unidad
Peso del molde	5972.00 g			
Masa del molde + muestra	9420.00	9425.00	9408.00	g
Masa de la muestra suelta	3448.00	3453.00	3436.00	g
Densidad máxima	1.642	1.645	1.637	g/cm <sup>3</sup>
Promedio	1.641 g/cm <sup>3</sup>			

*Nota:* Datos de los resultados de laboratorio

### INTERPRETACIÓN

La tabla N<sup>o</sup> 10, reportó masas de muestra entre 3436.00 g y 3453.00 g, obteniéndose densidades máximas de 1.637, 1.642 y 1.645 g/cm<sup>3</sup>, con un peso unitario promedio de 1.641 g/cm<sup>3</sup>. Este valor es mayor que el peso unitario en condición suelta (1.521 g/cm<sup>3</sup>), lo que evidencia que la compactación reduce los vacíos entre partículas y aumenta la masa de arena por unidad de volumen. Desde el punto de vista del diseño de mezcla, esta diferencia entre densidad mínima y máxima es importante, ya que permite decidir si la dosificación de la arena se realizará considerando su estado suelto

o compactado, de modo que se garantice una cantidad adecuada de agregado fino por metro cúbico de concreto y se mantenga la coherencia entre las condiciones de laboratorio y las condiciones reales de obra empleadas en la investigación.

#### d. Granulometría grava y arena

**Tabla 11**

*Resultados del ensayo granulométrico de la grava*

TAMIZ	ABERTURA mm	MASA RETENIDO	% RET.	% ACUM.	% QUE PASA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	12.50	0.31	0.31	99.69
3/4"	19.050	330.70	8.27	8.58	91.42
1/2"	12.700	478.36	11.96	20.54	79.46
3/8"	9.525	1252.30	31.31	51.85	48.15
No4	4.760	1426.14	35.65	87.50	12.50
<b>BASE.</b>		0.	0	0.00	100.00
<b>TOTAL.</b>		3500.0	100.0		
<b>%PERDIDA</b>		0			

*Nota:* Datos de los resultados de laboratorio

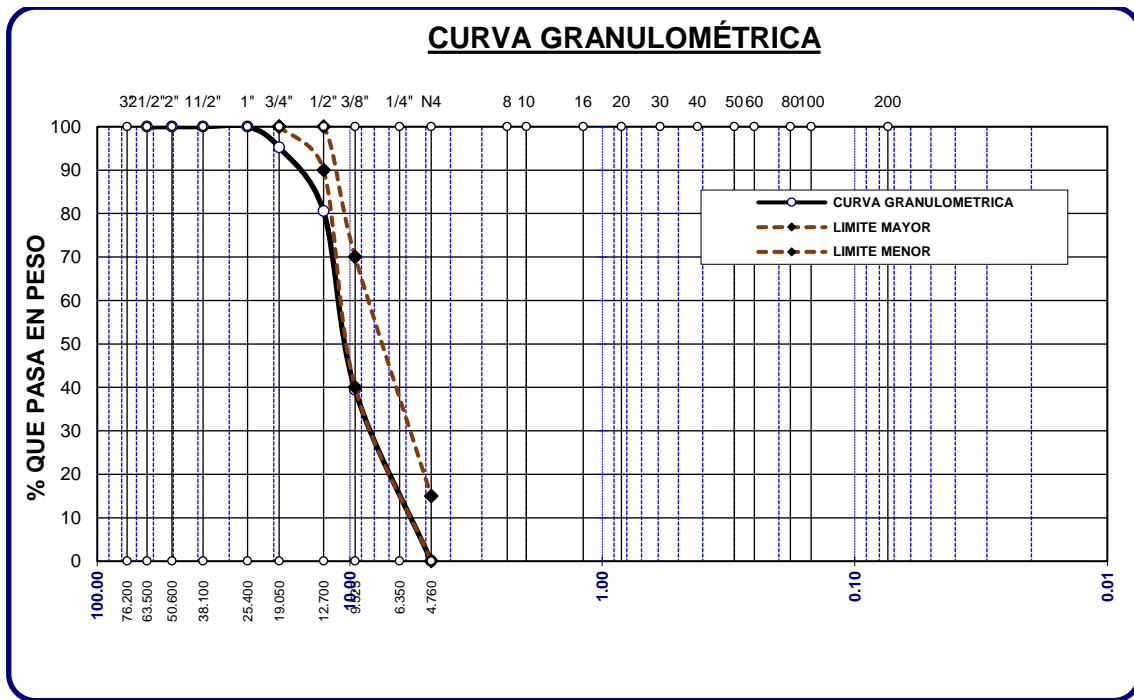
#### INTERPRETACIÓN

La tabla N<sup>o</sup> 11, La granulometría de la grava ensayada muestra que se trata de un agregado grueso bien gradado, con un tamaño máximo nominal aproximado de 1/2", ya que en ese tamiz se retiene más del 10 % del material (11.96 %), mientras que en el tamiz de 3/4" solo se retiene 8.27 %. La mayor concentración de partículas se encuentra en los tamices 3/8" (31.31 % retenido) y No 4 (35.65 % retenido), alcanzando un 87.50 % de material retenido acumulado en el tamiz No 4, lo que indica que solo un 12.50 % pasa este tamiz y corresponde a fracción fina adherida a la grava. El 100 % del material pasa el tamiz de 1 1/2", por lo que no existen partículas de gran tamaño que generen problemas de trabajabilidad o segregación. En conjunto, esta distribución granulométrica es adecuada para concreto estructural, ya que la grava presenta una

curva continua de tamaños, lo que favorece un buen empaquetamiento de partículas, menor volumen de vacíos y, en consecuencia, una mejor trabajabilidad.

**Figura 14**

*Curva granulométrica de la grava.*



**Tabla 12**

*Resultados del ensayo granulométrico de la arena*

TAMIZ	ABERTURA	PESOS RETENIDOS	% PAR.	% ACUM.	% QUE PASA
No4	4.760	9.15	1.83	1.83	98.17
No8	2.380	38.10	7.62	9.45	90.55
No16	1.190	79.52	15.90	25.35	74.65
No30	0.590	99.16	19.83	45.19	54.81
No 50	0.300	142.10	28.42	73.61	26.39
No100	0.149	91.10	18.22	91.83	8.17
No200	0.074	33.62	6.72	98.55	1.45
<b>BASE</b>		7.25	1.45	100.00	<b>0.00</b>
<b>TOTAL</b>		500.00	100.00		

---

**% PERDIDA** 1.45

---

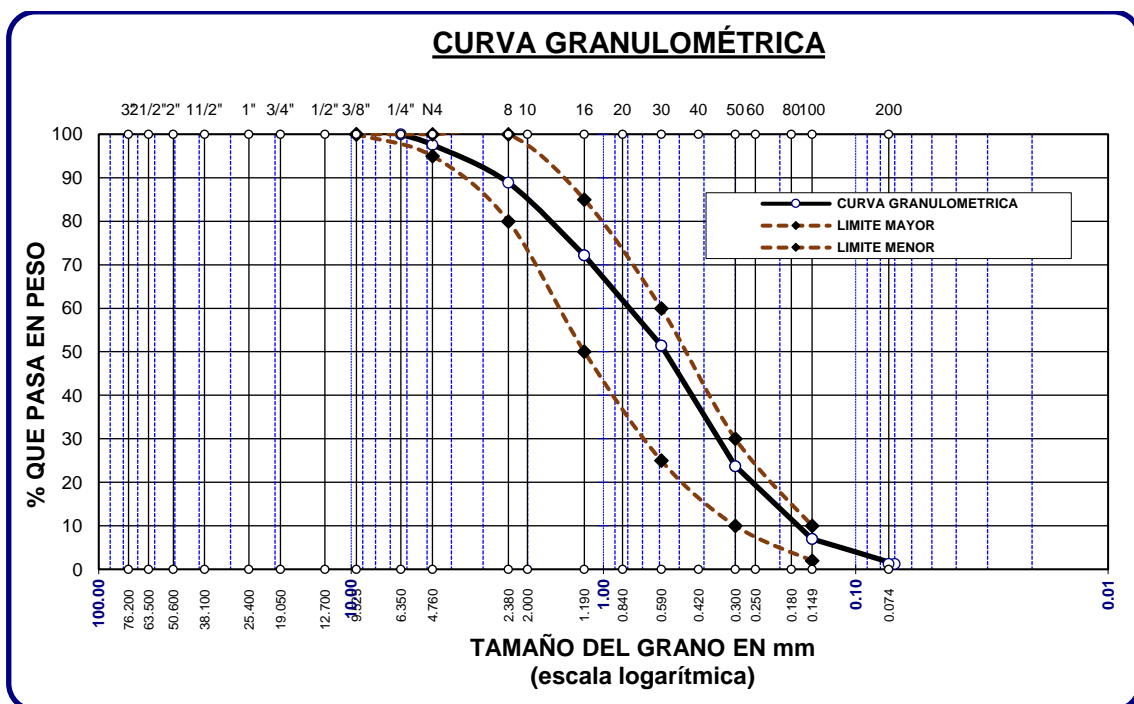
*Nota:* Datos de los resultados de laboratorio

### INTERPRETACIÓN

La tabla N<sup>a</sup> 12, La granulometría de la arena indica que se trata de un agregado fino bien graduado y limpio, ya que el 100 % del material pasa el tamiz No 4 y la mayor proporción de partículas se concentra en los tamices No 30 (19.83 % retenido) y No 50 (28.42 % retenido), lo que evidencia un predominio de fracciones de arena media a fina; además, solo el 6.72 % se retiene en el tamiz No 200 y el 1.45 % queda en la base, de modo que el porcentaje que pasa el tamiz No 200 (1.45 %) es bajo y compatible con una arena apta para concreto, con poca presencia de finos como limos o arcillas. En conjunto, esta distribución granulométrica favorece una buena trabajabilidad y un adecuado empaquetamiento de partículas en la mezcla de concreto.

**Figura 15**

*Curva granulométrica de arena*



**METODO ACI 211-DISEÑO DE MEZCLAS**

### Características:

- Se utilizó cemento rumi Tipo I
- TMN fue de 1/2"
- Su slump fue de 3 a 4 pulgadas
- Su aire atrapado fue de 2.5%
- La cantidad de agua según tabla fue de 216 l/m<sup>3</sup>
- Entonces nuestra relación a/c fue de 0.56
- Nuestro cemento fue de 387 kg/m<sup>3</sup>
- Nuestro módulo de fineza fue de 2.47
- La grava fue de 978 kg/m<sup>3</sup>
- La arena fue de 630 kg/m<sup>3</sup>

**Tabla 13**

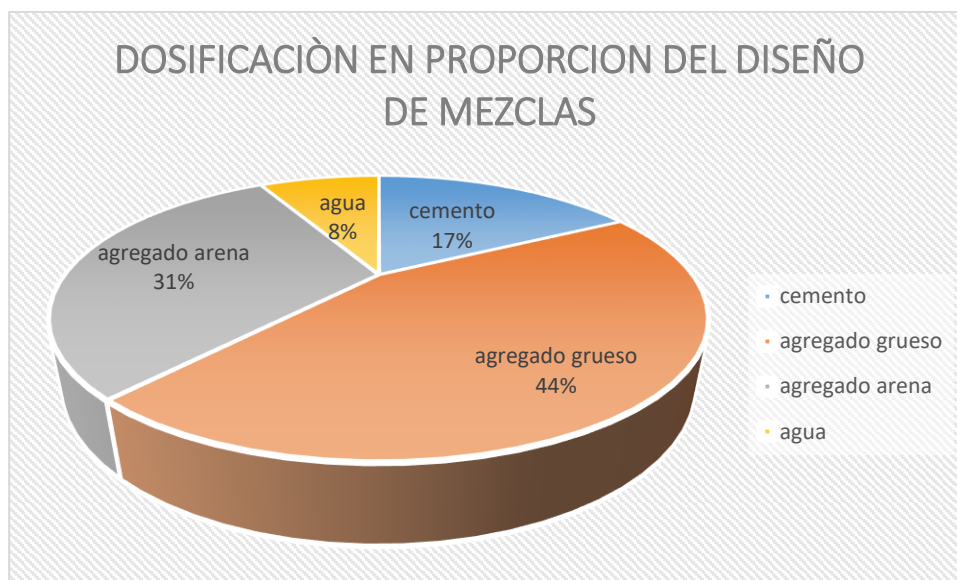
*Dosificación método ACI 211*

Material	DOSIFICACIÓN EN	DOSIFICACIÓN EN
	MASA HUMEDA	VOLUMEN
	(Kg/m <sup>3</sup> )	
Agua	178	0.46
Grava	996	2.57
Arena	685	1.77
Cemento	387	1.00
Aire	2.5 %	

*Nota:* Dosificación húmeda por m<sup>3</sup>

**Figura 16**

*Dosificación en volumen*



*Nota:* Porcentaje en volumen de los materiales

**Tabla 14**

*Dosificación adicionando acelerantes*

Componentes	PESO			
	HUMEDO	1% AAF	1.5% AAF	2% AAF
Cemento	387	387	387	387
Agua	189	192	192	192
A. Grueso	1000	1019	1019	1019
A. Fino	705	689	689	689
Aditivos				
acelerantes	-	3.87	5.81	7.74

*Nota:* Datos de los resultados de laboratorio

#### 4.1.1 *Resultados del ensayo de revenimiento del concreto fresco con aditivos acelerantes*

**Tabla 15***Resultados del revenimiento con adición de aditivos acelerantes de fragua Sikacem*

Descripción	Slump- pulg	Promedio pulg.
Muestra Patrón	3.90	3.80
	3.70	
	3.80	
MP+1% AF SIKACEM	3.30	3.40
	3.50	
	3.40	
MP+1.5% AF SIKACEM	3.10	3.03
	2.90	
	3.10	
MP+2% AF SIKACEM	2.60	2.72
	2.75	
	2.80	

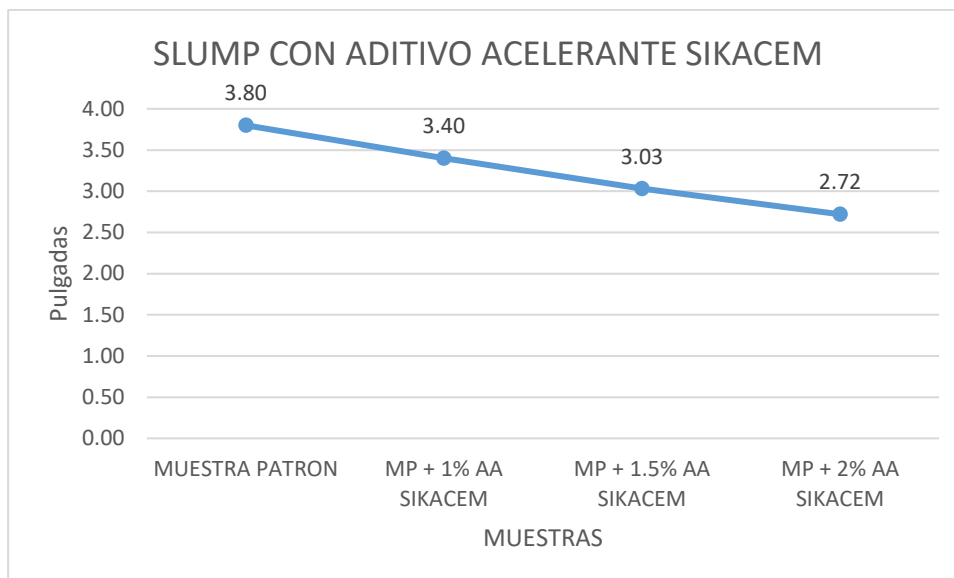
*Nota:* Resultados del ensayo de trabajabilidad con distintos porcentajes de aditivo SikaCem

### INTERPRETACIÓN

La tabla N° 15, indica que la muestra patrón (MP) presentó un slump promedio de 3.80", valor adecuado para un concreto convencional con consistencia plástica. Con la adición de 1% de Sikacem®, el asentamiento promedio disminuyó a 3.40", evidenciando una ligera reducción de la trabajabilidad respecto al control. Al incrementar la dosificación a 1.5%, el slump bajó aún más hasta un promedio de 3.03", confirmando que el concreto pierde plasticidad a mayor proporción de acelerante. Finalmente, con 2% de Sikacem®, el asentamiento descendió a 2.72", mostrando la trabajabilidad más reducida de todas las dosificaciones.

### Figura 17

*Comportamiento de la trabajabilidad con aditivo SikaCem*



**Tabla 16**

*Resultados del revenimiento con adición de aditivos acelerantes de fragua Chema 3*

Descripción	Slump- pulg	Promedio pulg.
MP	3.60	3.67
	3.70	
	3.70	
MP+1% AF CHEMA 3	3.90	3.92
	4.00	
	3.85	
MP+1.5% AF CHEMA 3	3.60	3.63
	3.65	
	3.65	
MP+2% AF CHEMA 3	3.30	3.33
	3.40	
	3.30	

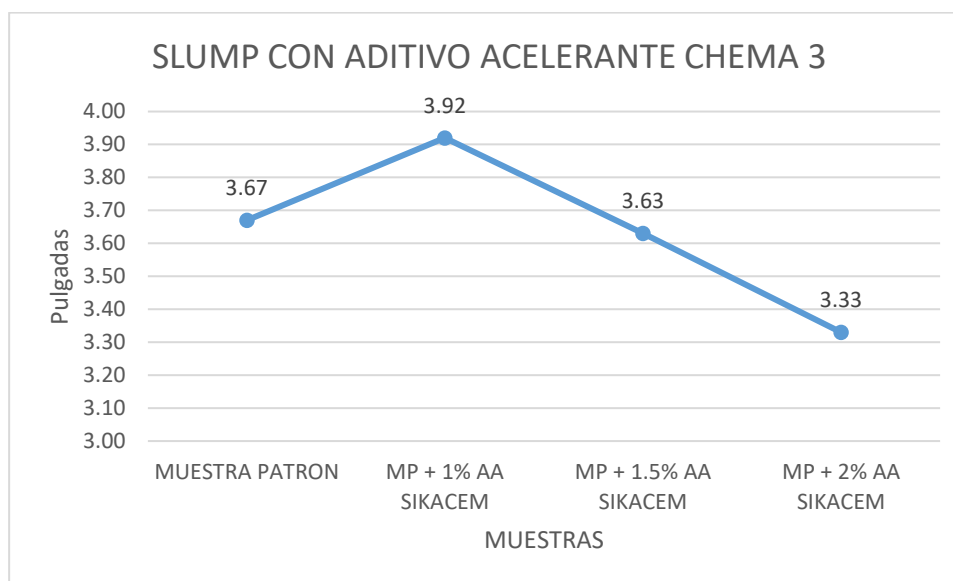
*Nota:* Resultados del ensayo de trabajabilidad con distintos porcentajes de aditivo chema3

## INTERPRETACIÓN

La tabla N° 16, indica que la muestra patrón (MP) presentó un slump promedio de 3.70", propio de un concreto convencional de consistencia plástica. Con la adición de 1% de Chema 3®, el promedio fue de 3.85", mostrando incluso una ligera mejora en la trabajabilidad inicial respecto al patrón, lo que evidencia que a dosis bajas este aditivo no reduce, sino que puede estabilizar la consistencia. Al aumentar a 1.5%, el slump promedio bajó a 3.65", apenas menor al control, indicando que el concreto conserva buena trabajabilidad. Finalmente, con 2% de Chema 3®, el asentamiento promedio fue de 3.30", lo que refleja una pérdida moderada de trabajabilidad, aunque menos pronunciada que la observada con Sikacem® en la misma dosificación

**Figura 18**

*Comportamiento de la trabajabilidad con aditivo SikaCem*



#### **4.1.2 Resultados de la resistencia a la compresión del concreto convencional con la adición de aditivo acelerante de fragua SikaCem**

**Tabla 17***Resultados del ensayo de resistencia a compresión de la muestra patrón*

Días	Muestra	Carga (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	%
3	MP-1	22100	176.95	124.89	124.80 kg/cm <sup>2</sup>	59.43 %
	MP-2	21620	177.42	121.86		
	MP-3	22710	177.89	127.66		
7	MP-1	27520	177.66	154.90	154.70 kg/cm <sup>2</sup>	73.67 %
	MP-2	26800	177.42	151.05		
	MP-3	28020	177.19	158.14		
14	MP-1	34780	177.42	196.03	195.95 kg/cm <sup>2</sup>	93.31 %
	MP-2	33900	177.89	190.57		
	MP-3	35660	177.19	201.25		
28	MP-1	39030	177.19	220.27	219.76 kg/cm <sup>2</sup>	104.65 %
	MP-2	38270	177.66	215.41		
	MP-3	39620	177.19	223.60		

*Nota: Resultados obtenidos del laboratorio.*

### INTERPRETACIÓN

La tabla N° 17, según la NTP 339.034 (ASTM C39) y los criterios de aceptación usuales del RNE E.060, la evaluación de la resistencia del concreto se realiza a los 28 días, el promedio es 219.76 kg/cm<sup>2</sup> (104.65 % de  $f'_c=210$ ) y todas las probetas individuales a 28 días (215.41–223.60 kg/cm<sup>2</sup>) igualan o superan la resistencia especificada, por lo que el lote cumple; las edades tempranas se usan solo como control de madurez: a 3 días (124.80 kg/cm<sup>2</sup>; 59.43 % de  $f'_c$ ) y 7 días (154.70 kg/cm<sup>2</sup>; 73.67 %) se observa una ganancia progresiva consistente con un curado adecuado, y a 14 días (195.95 kg/cm<sup>2</sup>; 93.31 %) el concreto ya se aproxima al  $f'_c$ , anticipando el cumplimiento

final; en conjunto, los datos muestran desarrollo normal de resistencia y conformidad normativa sin necesidad de acciones correctivas.

**A. Resultados de resistencia a la compresión de la muestra patrón con aditivo SikaCem con adición de 1% a edades de 3, 7, 14 y 28 días,  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**Tabla 18**

*Resultados del ensayo de resistencia a compresión con aditivo Sikacem al 1%*

Días	Muestra	Carga (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	%
3	MP+1%AF-1	27150	177.89	152.62	152.37 kg/cm <sup>2</sup>	72.56 %
	MP+1%AF-2	26800	178.13	150.45		
	MP+1%AF-3	27330	177.42	154.04		
7	MP+1%AF-1	32900	177.42	185.44	185.14 kg/cm <sup>2</sup>	88.16 %
	MP+1%AF-2	33100	177.89	186.07		
	MP+1%AF-3	32630	177.42	183.91		
14	MP+1%AF-1	36500	177.89	205.18	203.35 kg/cm <sup>2</sup>	96.83 %
	MP+1%AF-2	35740	177.19	201.70		
	MP+1%AF-3	36140	177.89	203.16		
28	MP+1%AF-1	41900	177.66	235.84	231.09 kg/cm <sup>2</sup>	110.04 %
	MP+1%AF-2	39850	176.95	225.20		
	MP+1%AF-3	41090	176.95	232.21		

Nota: *Resultados de rotura obtenidos en el laboratorio.*

### INTERPRETACIÓN

La tabla N° 18, según la NTP 339.034 (ASTM C39) y considerando un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con Sikacem al 1% mostró un desempeño superior al convencional en todas las edades evaluadas: a los 3 días alcanzó en promedio 152.37 kg/cm<sup>2</sup>,

equivalente al 72.56 % del  $f'c$ , evidenciando un desarrollo temprano de resistencia mayor al control, lo que favorece el desencofrado rápido en clima frío; a los 7 días registró 185.14 kg/cm<sup>2</sup> (88.16 % del  $f'c$ ), consolidando la ganancia acelerada de resistencia; a los 14 días llegó a 203.35 kg/cm<sup>2</sup> (96.83 % del  $f'c$ ), superando el valor mínimo esperado para esa edad y asegurando que la mezcla cumple con el avance de hidratación; finalmente, a los 28 días alcanzó 231.09 kg/cm<sup>2</sup> (110.04 % del  $f'c$ ), superando holgadamente la resistencia de diseño y cumpliendo con los requisitos normativos. En conjunto, la interpretación confirma que el uso de Sikacem al 1% mejora de manera significativa las resistencias tempranas sin comprometer la resistencia final, siendo un aditivo adecuado para optimizar el desempeño del concreto en la región de Puno.

**B. Resultados de resistencia a la compresión de la muestra patrón con aditivo SikaCem con adición de 1.5% a edades de 3, 7, 14 y 28 días,  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**Tabla 19**

*Resultados del ensayo a compresión con aditivos SikaCem al 1.5%*

Días	Muestra	Carga (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	%
3	MP+1.5%AF-1	30100	177.19	169.87	171.62 kg/cm <sup>2</sup>	81.72 %
	MP+1.5%AF-2	29810	176.95	168.47		
	MP+1.5%AF-3	31400	177.89	176.51		
7	MP+1.5%AF-1	35260	177.19	199.00	199.23 kg/cm <sup>2</sup>	94.87 %
	MP+1.5%AF-2	35920	177.89	201.92		
	MP+1.5%AF-3	34960	177.66	196.78		
14	MP+1.5%AF-1	37180	177.42	209.56	209.83 kg/cm <sup>2</sup>	99.92 %
	MP+1.5%AF-2	36900	178.13	207.15		



	MP+1.5%AF-3	37800	177.66	212.77		
	MP+1.5%AF-1	41790	177.42	235.54	237.45	113.07
28	MP+1.5%AF-2	42370	177.89	238.18	kg/cm2	%
	MP+1.5%AF-3	42450	177.89	235.63		

Nota: Resultados de rotura obtenidos en el laboratorio.

### INTERPRETACIÓN

La tabla N° 19, según la NTP 339.034 (ASTM C39) y considerando un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con Sikacem al 1.5% mostró un desempeño altamente favorable: a los 3 días alcanzó un promedio de 171.62 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 81.72% del f'c, lo que representa un desarrollo temprano notablemente superior al concreto convencional y al Sikacem al 1%; a los 7 días logró 199.23 kg/cm<sup>2</sup> (94.87% del f'c), prácticamente igualando la resistencia de diseño en solo una semana; a los 14 días obtuvo 209.83 kg/cm<sup>2</sup> (99.92% del f'c), asegurando que el concreto cumple sobradamente con los requisitos estructurales antes del plazo estándar; finalmente, a los 28 días alcanzó 237.45 kg/cm<sup>2</sup> (113.07% del f'c), superando con holgura la resistencia de diseño. En conjunto, los resultados confirman que el uso de Sikacem al 1.5% optimiza la ganancia de resistencias tempranas y garantiza una resistencia final superior, consolidándose como la dosificación más eficiente entre las evaluadas.

### C. Resultados de resistencia a la compresión de la muestra patrón con aditivo Sikacem con adición de 2% a edades de 3, 7, 14 y 28 días, f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

Tabla 20

Resultados del ensayo a compresión con aditivo Sikacem al 2%

Días	Muestra	Carga (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	%
------	---------	------------	-------------------------	--	-----------------------------	---



	MP+2%AF-1	31030	177.42	174.90		
3	MP+2%AF-2	31800	176.95	179.91	176.22	83.91 %
	MP+2%AF-3	30920	177.66	174.04	kg/cm2	
	MP+2%AF-1	37180	177.66	209.28		
7	MP+2%AF-2	36080	177.19	203.62	207.06	98.60 %
	MP+2%AF-3	37100	178.13	208.27	kg/cm2	
	MP+2%AF-1	37920	177.42	213.73		
14	MP+2%AF-2	38680	177.42	218.01	212.65	101.26 %
	MP+2%AF-3	36680	177.89	206.19	kg/cm2	%
	MP+2%AF-1	43620	177.19	246.18		
28	MP+2%AF-2	42800	177.66	240.91	243.87	116.13 %
	MP+2%AF-3	43270	176.95	244.53	kg/cm2	%

Nota: Resultados de rotura obtenidos en el laboratorio.

## INTERPRETACIÓN

La tabla N° 20, según la NTP 339.034 (ASTM C39) y tomando como referencia un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con Sikacem al 2% evidenció un desempeño sobresaliente en todas las edades de ensayo: a los 3 días alcanzó un promedio de 176.22 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 83.91% del  $f'c$ , lo que confirma una aceleración notable en el desarrollo de resistencia inicial; a los 7 días logró 207.06 kg/cm<sup>2</sup> (98.60% del  $f'c$ ), prácticamente alcanzando la resistencia de diseño en solo una semana; a los 14 días se registró 212.65 kg/cm<sup>2</sup> (101.26% del  $f'c$ ), superando la resistencia especificada antes del tiempo normativo de control; finalmente, a los 28 días alcanzó 243.87 kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 116.13% del  $f'c$ , superando ampliamente la resistencia de diseño. En conjunto, los resultados muestran que la dosificación de 2% de Sikacem garantiza un incremento acelerado y sostenido de la resistencia, ofreciendo un concreto de alto

desempeño, aunque en la práctica se debe balancear este beneficio con la posible pérdida de trabajabilidad en estado fresco.

#### 4.1.3 Resultado de la resistencia a la compresión del concreto convencional con la incorporación de aditivo acelerante de fragua chema 3

##### A. Resultados de resistencia a la compresión de la muestra patrón con aditivo chema 3 con adición de 1% a edades de 3, 7, 14 y 28 días, $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>

Tabla 21

Resultados del ensayo resistencia a compresión con 1% de aditivo chema 3

Días	Muestra	Carga (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	%
3	MP+1%AF-1	25980	177.42	146.43	147.86 kg/cm <sup>2</sup>	70.41 %
	MP+1%AF-2	26700	177.19	150.69		
	MP+1%AF-3	26020	177.66	146.46		
7	MP+1%AF-1	31520	177.19	177.89	180.19 kg/cm <sup>2</sup>	85.81 %
	MP+1%AF-2	32470	177.66	182.76		
	MP+1%AF-3	31880	177.19	179.92		
14	MP+1%AF-1	36260	177.19	204.64	204.11 kg/cm <sup>2</sup>	97.20 %
	MP+1%AF-2	35930	177.42	202.51		
	MP+1%AF-3	36500	177.89	205.18		
28	MP+1%AF-1	41720	177.19	235.45	238.37 kg/cm <sup>2</sup>	113.51 %
	MP+1%AF-2	42100	177.42	237.29		
	MP+1%AF-3	43060	177.66	242.37		

Nota: Resultados de rotura obtenidos en el laboratorio.

#### INTERPRETACIÓN

La tabla N° 21, según la NTP 339.034 (ASTM C39) y considerando un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con 1% de aditivo Chema 3® mostró un desarrollo de resistencia progresivo y satisfactorio: a los 3 días alcanzó un promedio de 147.86 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 70.41% del  $f'c$ , lo que indica un incremento temprano superior al concreto convencional; a los 7 días registró 180.19 kg/cm<sup>2</sup> (85.81% del  $f'c$ ), confirmando un buen ritmo de hidratación y desarrollo de resistencia; a los 14 días logró 204.11 kg/cm<sup>2</sup> (97.20% del  $f'c$ ), prácticamente cumpliendo la resistencia de diseño antes del plazo normativo de control; finalmente, a los 28 días alcanzó 238.37 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 113.51% del  $f'c$ , superando holgadamente la resistencia de diseño. En conjunto, los resultados evidencian que el Chema 3® al 1% permite mejorar la resistencia temprana y garantizar un concreto que no solo cumple, sino que excede los valores exigidos por normativa, siendo especialmente ventajoso en condiciones de clima frío como las de Puno.

**B. Resultados de resistencia a la compresión de la muestra patrón con aditivo chema 3 con adición de 1.5% a edades de 3, 7, 14 y 28 días,  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**Tabla 22**

*Resultados del ensayo de resistencia a compresión con el 1.5% de aditivo chema 3*

Días	Muestra	Carga (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	%
3	MP+1.5%AF-1	29100	177.89	163.58	164.00 kg/cm <sup>2</sup>	79.10 %
	MP+1.5%AF-2	29530	177.42	166.44		
	MP+1.5%AF-3	28740	177.42	161.99		
7	MP+1.5%AF-1	33400	177.66	188.00	191.27 kg/cm <sup>2</sup>	91.08 %
	MP+1.5%AF-2	34690	177.19	195.78		
	MP+1.5%AF-3	33850	178.13	190.03		



	MP+1.5%AF-1	36350	177.19	205.15		
14	MP+1.5%AF-2	37650	177.66	211.92	208.38	99.23 %
	MP+1.5%AF-3	36870	177.19	208.08	kg/cm2	
	MP+1.5%AF-1	42870	177.89	240.99		
28	MP+1.5%AF-2	43010	176.95	243.06	241.50	115.00
	MP+1.5%AF-3	42660	177.42	240.45	kg/cm2	%

Nota: Resultados de rotura obtenidos en el laboratorio.

## INTERPRETACIÓN

La tabla N° 22, según la NTP 339.034 (ASTM C39) y con referencia a un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con 1.5% de aditivo Chema 3® presentó un desempeño muy favorable en el desarrollo de resistencia: a los 3 días alcanzó en promedio 164.00 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 79.10% del  $f'c$ , lo que demuestra una mejora significativa en la resistencia temprana respecto al 1% y al concreto convencional; a los 7 días obtuvo 191.27 kg/cm<sup>2</sup> (91.08% del  $f'c$ ), acercándose notablemente a la resistencia de diseño en solo una semana; a los 14 días alcanzó 208.38 kg/cm<sup>2</sup> (99.23% del  $f'c$ ), cumpliendo prácticamente con el valor de diseño antes del plazo normativo; finalmente, a los 28 días registró 241.50 kg/cm<sup>2</sup>, lo que equivale al 115.00% del  $f'c$ , confirmando que no solo cumple sino que supera ampliamente la resistencia especificada. En conjunto, estos resultados indican que la dosificación de 1.5% de Chema 3® optimiza el equilibrio entre resistencias tempranas y finales, consolidándose como una dosificación más eficiente que la del 1%.

### C. Resultados de resistencia a la compresión de la muestra patrón con aditivo

**Sikacem con adición de 2% a edades de 3, 7, 14 y 28 días,  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**Tabla 23***Resultados del ensayo de resistencia a compresión con 2% de aditivo chema 3*

Días	Muestra	Carga (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	%
3	MP+2%AF-1	30060	176.95	169.88	170.93 kg/cm <sup>2</sup>	81.40 %
	MP+2%AF-2	29830	177.89	167.69		
	MP+2%AF-3	31050	177.19	175.24		
7	MP+2%AF-1	36370	177.19	205.26	203.09 kg/cm <sup>2</sup>	96.71 %
	MP+2%AF-2	35610	177.66	200.44		
	MP+2%AF-3	36120	177.42	203.58		
14	MP+2%AF-1	37100	177.19	209.38	212.13 kg/cm <sup>2</sup>	101.01 %
	MP+2%AF-2	38410	177.89	215.92		
	MP+2%AF-3	37500	177.66	211.08		
28	MP+2%AF-1	43750	177.66	246.26	243.66 kg/cm <sup>2</sup>	116.03 %
	MP+2%AF-2	43060	176.95	243.35		
	MP+2%AF-3	42770	177.19	241.38		

*Nota: Resultados de rotura obtenidos en el laboratorio.*

### INTERPRETACIÓN

La tabla N° 23, según la NTP 339.034 (ASTM C39) y tomando como referencia un  $f_c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con 2% de aditivo Chema 3® mostró un desempeño destacado en todas las edades: a los 3 días alcanzó un promedio de 170.93 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 81.40% del  $f_c$ , lo que refleja un desarrollo temprano superior al concreto convencional y similar al observado con el 1.5%; a los 7 días registró 203.09 kg/cm<sup>2</sup> (96.71% del  $f_c$ ), prácticamente cumpliendo con la resistencia de diseño en apenas una semana; a los 14 días obtuvo 212.13 kg/cm<sup>2</sup> (101.01% del  $f_c$ ), superando la resistencia

especificada antes del plazo normativo; finalmente, a los 28 días alcanzó 243.66 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 116.03% del  $f_c$ , confirmando que el concreto con 2% de Chema 3® supera holgadamente la resistencia de diseño. En conjunto, los resultados evidencian que esta dosificación asegura mayores resistencias tempranas y finales, aunque la diferencia frente al 1.5% es poco significativa, lo que sugiere que el 1.5% podría ser más eficiente desde un punto de vista técnico-económico.

#### 4.1.4 Comparación de resultados de la trabajabilidad del concreto convencional con la adición de aditivo acelerante de fragua Sikacem y chema 3

**Tabla 24**

*Comparación de resultados de revenimiento con aditivo acelerantes Sikacem y chema 3*

Descripción	Muestra patrón	Muestra con 1% de AAF	Muestra con 1.5% de AAF	Muestra con 2% de AAF
MP + Aditivo Sikacem	3.80 pulg.	3.40 pulg.	3.03 pulg.	2.72 pulg.
MP + Aditivo Chema 3	3.67 pulg.	3.92 pulg.	3.63 pulg.	2.33 pulg.

*Nota.* Comparamos los resultados de revenimiento entre los aditivos Sikacem y chema 3

### INTERPRETACIÓN

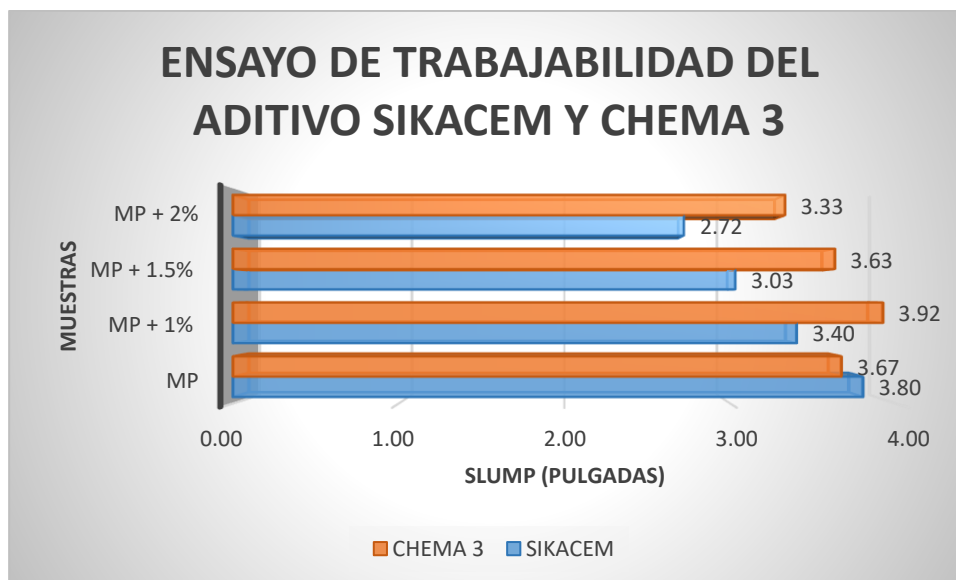
La tabla N° 24, presenta que la muestra patrón tiene un asentamiento promedio de 3.80" para el concreto con Sikacem y 3.67" para el concreto con Chema 3, valores propios de un concreto convencional de consistencia plástica. Con el 1% de Sikacem®, el slump descendió a 3.40", evidenciando una reducción de trabajabilidad; mientras que con 1.5% y 2% se redujo aún más a 3.03" y 2.72", respectivamente, mostrando una tendencia clara de pérdida de plasticidad a medida que aumenta la dosis. En contraste, con Chema 3®, al 1% el slump incluso aumentó a 3.92", indicando una ligera mejora en la manejabilidad; con 1.5% se mantuvo en 3.63", cercano al patrón, lo que refleja buena

conservación de la trabajabilidad; sin embargo, al llegar al 2%, el slump bajó drásticamente a 2.33", mostrando una reducción mayor que la observada con Sikacem en la misma dosificación.

Finalmente, el aditivo Sikacem tiende a reducir progresivamente la trabajabilidad desde el 1% hasta el 2%, lo que limita el tiempo de colocación, pero favorece el rápido desarrollo de resistencias tempranas. Mientras el aditivo Chema 3 conserva mejor la trabajabilidad a dosis bajas y medias (1% y 1.5%), lo que lo hace más adecuado cuando se requiere mayor manejabilidad del concreto fresco; sin embargo, a dosis altas (2%) la trabajabilidad cae de manera significativa.

**Figura 19**

*Comportamiento de la trabajabilidad con aditivo SikaCem*



#### 4.1.5 Comparación de resultados de la resistencia a compresión del concreto convencional con la adición de aditivo acelerante de fragua sikacem y chema 3

##### A. Comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 3 días

**Tabla 25**

*Comparación de resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 3 días con aditivo acelerante Sikacem y chema 3 en distintos porcentajes*

Descripción	Muestra patrón	Muestra con 1% de AAF	Muestra con 1.5% de AAF	Muestra con 2% de AAF
	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
MP + Aditivo Sikacem	124.80	152.37.	171.62.	176.22
MP + Aditivo Chema 3	124.80	147.86	164.00.	170.93

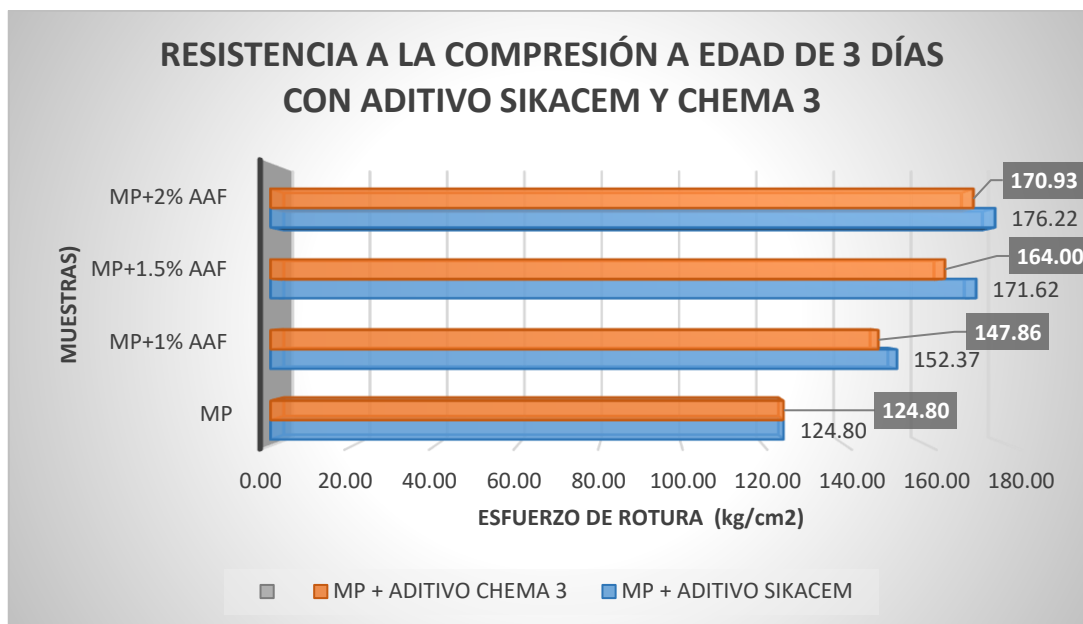
*Nota.* Comparamos los resultados de resistencia a compresión a 3 días entre los aditivos Sikacem y chema 3

### INTERPRETACIÓN

Según la tabla N° 25, Los resultados evidencian que tanto Sikacem® como Chema 3® mejoran notablemente las resistencias tempranas a los 3 días en comparación con el concreto sin aditivo, siendo Sikacem® ligeramente más efectivo en todas las dosificaciones. Aun así, ambos aditivos permiten garantizar un desempeño inicial superior, lo cual es fundamental en climas fríos como el de Puno, donde se busca acelerar el fraguado y disponer de resistencias tempranas adecuadas para desencofrado y avance de obra. La muestra patrón alcanzó una resistencia promedio de 124.80 kg/cm<sup>2</sup>, que equivale aproximadamente al 59% de la resistencia de diseño (f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>), lo cual es típico en edades tempranas. Con la adición de Sikacem®, la resistencia aumentó de manera progresiva conforme a la dosis: con 1% se obtuvo 152.37 kg/cm<sup>2</sup>, con 1.5% se incrementó a 171.62 kg/cm<sup>2</sup> y con 2% se alcanzó 176.22 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando un incremento de hasta un 41% respecto al patrón. De forma similar, con el aditivo Chema 3® también se logró un aumento significativo: con 1% se alcanzó 147.86 kg/cm<sup>2</sup>, con 1.5% se elevó a 164.00 kg/cm<sup>2</sup> y con 2% a 170.93 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un incremento de alrededor del 37% sobre la muestra patrón.

**Figura 20**

*Comportamiento de la resistencia a compresión a los 3 días con aditivos acelerantes*



**B. Comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 7 días**

**Tabla 26**

*Comparación de resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 7 días con aditivo acelerante Sikacem y chema 3 en distintos porcentajes*

Descripción	Muestra patrón	Muestra con 1% de AAF	Muestra con 1.5% de AAF	Muestra con 2% de AAF
	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
MP + Aditivo Sikacem	154.70	185.14	199.23	207.06
MP + Aditivo Chema 3	154.70	180.19	191.27.	203.09

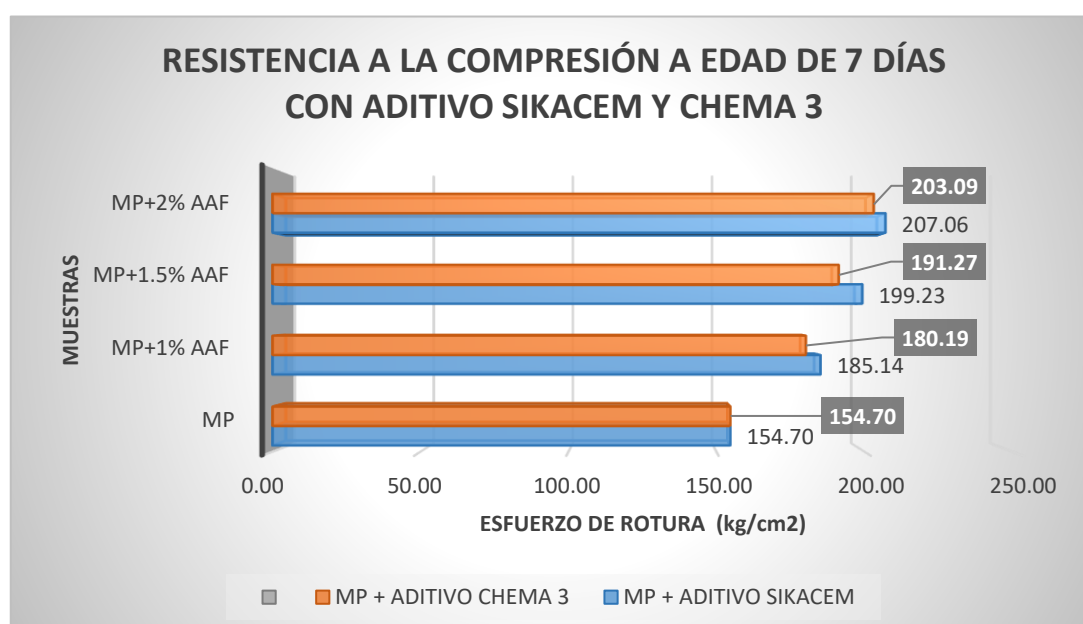
*Nota.* Comparamos los resultados de resistencia a compresión a 3 días entre los aditivos Sikacem y chema 3

**INTERPRETACIÓN**

La tabla N° 26, los resultados muestran tanto Sikacem® como Chema 3® mejoraron significativamente la resistencia a compresión a los 7 días, en comparación con la muestra patrón. No obstante, Sikacem® presentó valores ligeramente superiores en todas las dosificaciones, alcanzando prácticamente la resistencia de diseño en apenas una semana. Esto indica que Sikacem® es más eficiente en el desarrollo acelerado de resistencia temprana, mientras que Chema 3® ofrece un desempeño también satisfactorio, aunque con mejor conservación de trabajabilidad en estado fresco. La muestra patrón alcanzó una resistencia promedio de 154.70 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente aproximadamente al 73% del f'c (210 kg/cm<sup>2</sup>), lo cual corresponde a un comportamiento normal en concretos sin aditivo. Con el uso de Sikacem®, se observó una mejora progresiva: con 1% de aditivo se alcanzó 185.14 kg/cm<sup>2</sup>, con 1.5% se elevó a 199.23 kg/cm<sup>2</sup> y con 2% se obtuvo 207.06 kg/cm<sup>2</sup>, este último valor representa casi el 99% del f'c en solo 7 días. En el caso de Chema 3®, los resultados también fueron positivos: con 1% se logró 180.19 kg/cm<sup>2</sup>, con 1.5% se incrementó a 191.27 kg/cm<sup>2</sup> y con 2% se alcanzó 203.09 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 97% del f'c.

### Figura 21

*Comportamiento de la resistencia a compresión a los 7 días con aditivos acelerantes*



### C. Comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 14 días

**Tabla 27**

*Comparación de resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 14 días con aditivo acelerante Sikacem y chema 3 en distintos porcentajes*

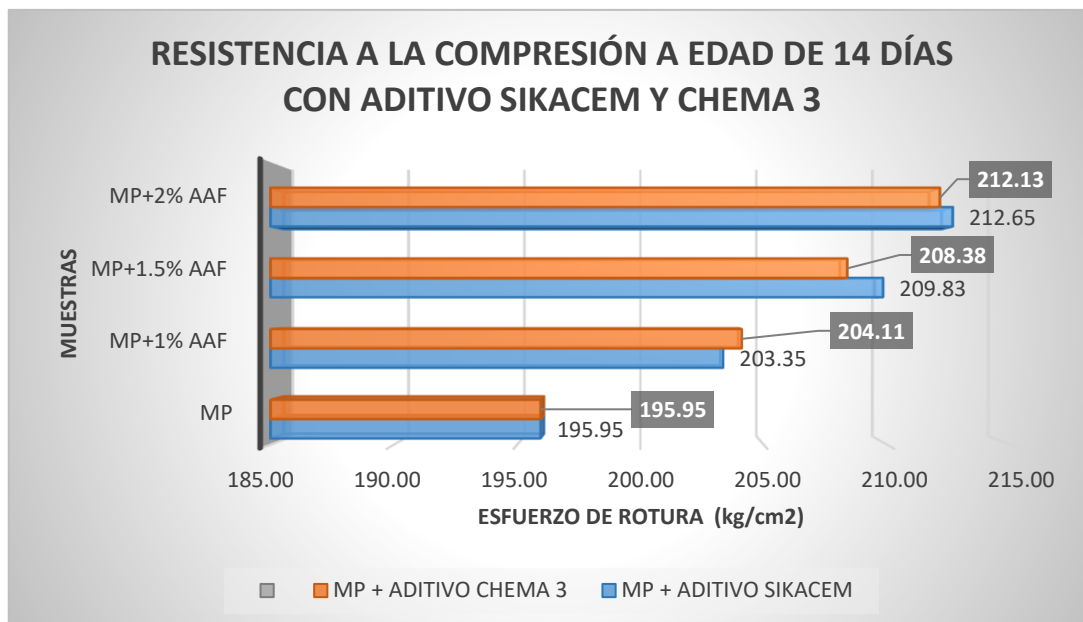
Descripción	Muestra patrón	Muestra con 1% de AAF	Muestra con 1.5% de AAF	Muestra con 2% de AAF
	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
MP + Aditivo Sikacem	195.95	203.35	209.83	212.65
MP + Aditivo Chema 3	195.95	204.11	208.38	212.13

### INTERPRETACIÓN

Los resultados de la tabla N° 27 a los 14 días, tanto Sikacem® como Chema 3® lograron que el concreto alcanzara o incluso superara la resistencia de diseño ( $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>), lo que demuestra que ambos aditivos cumplen eficientemente su función de acelerar el desarrollo de resistencia. Si bien Sikacem® mostró un leve mayor incremento en la dosificación del 2%, la diferencia respecto a Chema 3® es mínima en esta edad, lo que indica que ambos aditivos tienen un comportamiento muy parecido en el mediano plazo. La muestra patrón alcanzó un promedio de 195.95 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 93% del  $f'c$  (210 kg/cm<sup>2</sup>), lo cual es un comportamiento esperado en concretos convencionales. Con la incorporación de Sikacem®, la resistencia aumentó progresivamente: con 1% se obtuvo 203.35 kg/cm<sup>2</sup>, con 1.5% se alcanzó 209.83 kg/cm<sup>2</sup> (prácticamente el 100% del  $f'c$ ) y con 2% se llegó a 212.65 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una ligera superación de la resistencia de diseño antes de los 28 días. En el caso de Chema 3®, el desempeño fue muy similar: con 1% se alcanzó 204.11 kg/cm<sup>2</sup>, con 1.5% se obtuvo 208.38 kg/cm<sup>2</sup> y con 2% se llegó a 212.13 kg/cm<sup>2</sup>, superando también el valor de diseño.

**Figura 22**

*Comportamiento de la resistencia a compresión a los 14 días con aditivos acelerantes*



**D. Comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 3 días**

**Tabla 28**

*Comparación de resultados del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días con aditivo acelerante Sikacem y chema 3 en distintos porcentajes*

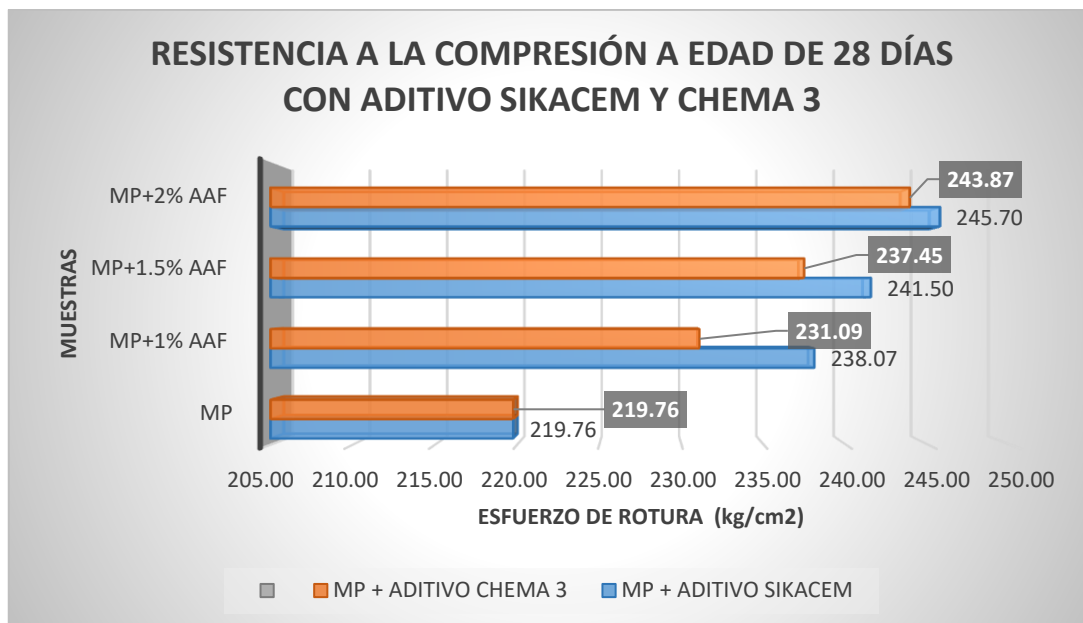
Descripción	Muestra patrón	Muestra con 1% de AAF	Muestra con 1.5% de AAF	Muestra con 2% de AAF
	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
MP + Aditivo Sikacem	219.76	238.07	241.50	245.70
MP + Aditivo Chema 3	219.76	231.09	237.45	243.87

**INTERPRETACIÓN**

La tabla N° 28 de la comparación de resultados a los 28 días, tanto Sikacem® como Chema 3® garantizaron resistencias mayores a la de diseño, confirmando que su uso no solo acelera la ganancia de resistencia temprana, sino que también mejora ligeramente el desempeño final del concreto. En términos comparativos, Sikacem® mostró valores algo más altos que Chema 3® en todas las dosificaciones, aunque la diferencia fue moderada. Esto confirma que, en la etapa final, ambos aditivos cumplen con la normativa y aseguran un concreto de calidad estructural, con Sikacem® más enfocado en resistencias máximas y Chema 3® en un balance entre resistencia y trabajabilidad. La muestra patrón alcanzó un promedio de 219.76 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 105% del f'c (210 kg/cm<sup>2</sup>), confirmando que el concreto convencional cumplió con la resistencia de diseño. Con el aditivo Sikacem®, se observó un incremento sostenido en todas las dosificaciones: con 1% se alcanzó 238.07 kg/cm<sup>2</sup>, con 1.5% se obtuvo 241.50 kg/cm<sup>2</sup> y con 2% se logró 245.70 kg/cm<sup>2</sup>, superando entre un 9% y 12% el valor de diseño. En el caso del Chema 3®, los resultados también fueron superiores al patrón: con 1% se registró 231.09 kg/cm<sup>2</sup>, con 1.5% se alcanzó 237.45 kg/cm<sup>2</sup> y con 2% se llegó a 243.87 kg/cm<sup>2</sup>, con incrementos de entre 5% y 11% respecto al patrón

### **Figura 23**

*Comportamiento de la resistencia a compresión a los 3 días con aditivos acelerantes*



## 4.2 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos muestran que tanto Sikacem como Chema 3 mejoraron de manera significativa la resistencia a compresión del concreto convencional en todas las edades de evaluación (3, 7, 14 y 28 días) en comparación con la muestra patrón. A los 3 días, ambos aditivos permitieron un aumento notorio en la resistencia temprana, siendo más marcado en Sikacem, lo que confirma su efectividad para acelerar la hidratación inicial del cemento. A los 7 días, el comportamiento se mantuvo favorable, con incrementos que permitieron alcanzar entre el 85% y el 99% de la resistencia de diseño, destacando nuevamente el efecto del Sikacem para lograr valores casi equivalentes al  $f'_c$  en una semana. A los 14 días, tanto Sikacem como Chema 3 lograron que el concreto alcanzara e incluso superara la resistencia de diseño, mostrando un desempeño muy similar en el mediano plazo. Finalmente, a los 28 días, ambos aditivos superaron el  $f'_c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, con Sikacem registrando valores ligeramente superiores a Chema 3, aunque la diferencia fue moderada. Estos resultados evidencian que los dos aditivos cumplen eficientemente con acelerar la ganancia de resistencias tempranas y mejorar el desempeño final del concreto, siendo Sikacem® más adecuado cuando se



prioriza resistencia inicial y máxima, mientras que Chema 3® ofrece un mejor balance al conservar mayor trabajabilidad en estado fresco.

Los aditivos acelerantes como Sikacem® y Chema 3® incrementa notablemente la resistencia a compresión en edades tempranas (3 y 7 días), superando a la muestra patrón y alcanzando resistencias cercanas o superiores al f'c a los 14 días. Este comportamiento coincide con lo reportado por Neville (2011), quien señala que los acelerantes de fraguado permiten una hidratación más rápida de los compuestos del cemento, favoreciendo la ganancia temprana de resistencia en climas fríos.

Asimismo, Mehta y Monteiro (2014) destacan que los acelerantes basados en sales inorgánicas y compuestos libres de cloruros logran acortar los tiempos de fraguado y acelerar el desarrollo de la resistencia a compresión, resultados que se corroboran en este estudio, especialmente en el caso del aditivo Sikacem®, que alcanzó hasta el 99% del f'c a los 7 días.

En estudios más recientes, Calle y Gutiérrez (2018) encontraron que la adición de acelerantes en dosificaciones del 1% al 2% genera incrementos de entre el 15% y 30% en la resistencia a compresión a los 3 días, lo cual coincide estrechamente con los resultados obtenidos en Puno, donde el concreto con 2% de aditivo superó en más del 40% la resistencia de la muestra patrón en esa misma edad.

Por su parte, Quispe (2020) evaluó el desempeño de aditivos acelerantes en la región andina del Perú, concluyendo que, además de mejorar resistencias tempranas, estos aditivos son una estrategia eficiente para enfrentar bajas temperaturas, lo que se refleja en la presente investigación con Chema 3®, que conservó mejor la trabajabilidad del concreto fresco en comparación con Sikacem®, manteniendo un equilibrio entre manejabilidad y resistencia.



Finalmente, en coincidencia con lo indicado por ACI Committee 212 (2016), los resultados de este trabajo confirman que la selección adecuada del tipo y la dosificación del aditivo es clave: dosificaciones de 1.5% a 2% ofrecen un mejor balance entre resistencia temprana y final, optimizando el desempeño del concreto en condiciones de clima frío como las de la región de Puno.

## CONCLUSIONES

**Primera,** La investigación demostró que el uso de aditivos acelerantes de fraguado, tanto Sikacem como Chema 3, influye significativamente en las propiedades del concreto convencional en estado fresco y endurecido en la región de Puno, estos aditivos mejoraron el desarrollo de resistencias tempranas y finales, permitiendo alcanzar e incluso superar el  $f'c$  de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , lo que los convierte en alternativas viables y eficientes para optimizar procesos constructivos en climas fríos.

**Segunda,** Los resultados del ensayo de trabajabilidad evidenciaron que la incorporación de Sikacem reduce progresivamente el asentamiento conforme aumenta la dosificación, limitando el tiempo de colocación del concreto, en cambio el aditivo acelerante Chema 3 mostró una mejor retención del slump en bajas y medias dosificaciones 1% y 1.5%, lo que garantiza mayor manejabilidad en estado fresco y facilita las operaciones de vaciado y compactación.

**Tercera,** Las pruebas de compresión mostraron que el concreto con aditivos acelerantes alcanzó resistencias significativamente superiores a la muestra patrón en todas las edades con Sikacem y Chema 3 se lograron incrementos de entre 30% y 40% a los 3 días, resistencias cercanas al  $f'c$  a los 7 días, y el cumplimiento del  $f'c$  a los 14 días y a los 28 días, todas las mezclas superaron la resistencia de diseño asegurando un concreto estructuralmente confiable.

**Cuarta,** La comparación entre ambos aditivos indica que Sikacem es más eficiente en el desarrollo de resistencias tempranas, alcanzando valores superiores desde los 3 días hasta los 28 días; mientras que Chema 3 destaca por mantener mejor la trabajabilidad en estado fresco, especialmente en condiciones de obra que requieren mayor tiempo de colocación.



## RECOMENDACIONES

**Primera,** Se recomienda realizar futuros estudios con dosificaciones intermedias y superiores al 2% de Sikacem y Chema 3, con el fin de determinar el punto óptimo en que se maximiza la resistencia temprana sin comprometer la trabajabilidad ni generar efectos adversos en la durabilidad del concreto.

**Segunda,** Es necesario investigar el comportamiento de estos aditivos con diferentes tipos de cemento (IP, V, puzolánico) y agregados locales de la región altiplánica, para evaluar si los resultados obtenidos con cemento Portland Tipo I se replican en otras combinaciones de materiales.

**Tercera,** Se recomienda desarrollar investigaciones que analicen la durabilidad del concreto con acelerantes en ambientes agresivos (suelos sulfatados, exposición a sales, ciclos de hielo-deshielo), ya que este aspecto es fundamental en la región de Puno y no fue parte del alcance del presente estudio.

**Cuarta,** Se recomienda emplear Sikacem en porcentajes más altos para maximizar las resistencias tempranas y acelerar los tiempos de fraguado que tenga un control adecuado en los tiempos de curado.



## REFERENCIAS

- Abanto, F. (2010). *Tecnología del concreto* (I ed., Vol. I). Recuperado el 5 de setiembre de 2017, de <https://es.scribd.com/doc/161103318/Flavio-Abanto-Castillo-Tecnologiadel-Concreto-Teoria-y-Problemas>
- ABANTO, F. (2011). *Tecnología del Concreto*. Lima.: Editorial San Marcos.
- ACI Committee 211. (2002). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1)*. American Concrete Institute.
- ACI Committee 212. (2010). *Report on Chemical Admixtures for Concrete (ACI 212.3R)*. American Concrete Institute.
- ACI Committee 318. (2019). *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI 318-19)*. American Concrete Institute.
- ADITIVOS, Z. (2017). Z FRAGUA N° 5. Obtenido de <http://zaditivos.com.pe/index.php/productos/acelerante/z-fragua-nd-5.html>
- ARROYO Escudero, J. (2008). *Estudio de las propiedades del concreto*. LIMA.
- ASOCEM. (1983). Asocem. Obtenido de <http://www.asocem.org.pe/>
- ASTM International. (2016). *ASTM C128: Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate*. ASTM International.
- ASTM International. (2016). *ASTM C136/C136M: Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. ASTM International.
- ASTM International. (2018). *ASTM C192/C192M: Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory*. ASTM International.



ASTM International. (2020). *ASTM C39/C39M: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM International.

ASTM International. (2020). *ASTM C494/C494M: Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*. ASTM International.

ASTM. (Copyright © 1996 - 2018). <https://www.astm.org/>.

BACA Pinelo, J., & BOY SANCHEZ, J. (2015). "*Influencia Del Porcentaje Y Tipo De Acelerante, Sobre La Resistencia A La Compresión En La Fabricación De Un Concreto De Rápido Fraguado*". Trujillo.

CASTALDO V. (2000). *Estudio de las propiedades del concreto endurecido*. COLOMBIA

Castellón, H., & De la Ossa, k. (2013). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo i y tipo iii, modificados con aditivos acelerantes y retardantes*. Recuperado el 05 de mayo de 2017, de <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/537/1/TESIS%20DE%20GRADUADO.pdf>

CHEMA . (Diciembre de 2017). Ficha Técnica Chema 3 ó Chema Estruct. Lima-Perú.

COMERCIALES-Indecopl, C. d. (2013). Norma Técnica Peruana NTP 400.012. Obtenido de [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma\\_tecnica\\_peruana\\_dos.pdf](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf)

Córdova Zamora, M. (2009). *Estadística Descriptiva e inferencial* (Quinta Edición ed.). Lima: MOSHERA S.R.L.



- Gómez, c., & Santillán, H. (2015). *Análisis granulométrico de agregados*. Obtenido de [https://www.academia.edu/7298815/GUIA\\_DE\\_ANALISIS\\_GRANULOMETRICO\\_POR\\_TAMIZADO](https://www.academia.edu/7298815/GUIA_DE_ANALISIS_GRANULOMETRICO_POR_TAMIZADO)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Huaraca Gamboa, J. L. (2021). *Influencia de la aplicación del aditivo acelerante de resistencia temprana en las propiedades del concreto*. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/22232>
- Juchani Lauracio, A. F. (2020). *Estudio del concreto con aditivo acelerante en polvo, utilizando cemento Portland tipo I*. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/21723>
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Foundations of Behavioral Research* (4th ed.). Harcourt College Publishers.
- Kičaitė, Asta. (2020). *The effect of calcium nitrate on the properties of portland cement pastes and concrete hardening at low temperatures*. *Ceramics - Silikaty*. 64. 1-9. 10.13168/cs.2020.0015. DOI:[10.13168/cs.2020.0015](https://doi.org/10.13168/cs.2020.0015)
- Kosmatka, S. H., & Wilson, M. L. (2016). *Design and Control of Concrete Mixtures* (16th ed.). Portland Cement Association.
- MARTÍNEZ R. (2009). *Calidad de dos bancos de agregados para concreto, en el departamento de Chiquimula*. MEXICO.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.



- Mendoza Almonte, H. (2021). *Influencia del nanosílice por sustitución parcial al cemento en el diseño de mezcla de concreto de alta resistencia, en la ciudad de Puno 2017*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/15492>
- Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). *Concrete* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Montgomery, D. C. (2013). *Design and Analysis of Experiments* (8th ed.). Wiley.
- Neville, A. M. (1995). *Concrete Technology* (Rev. ed.). Longman Scientific & Technical.
- Neville, A. M. (2012). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson.
- Ortega, N., & Paz, M. (2010). *Tecnología del concreto reforzado* (2.<sup>a</sup> ed.). Alfaomega.
- Reddy, P.N., Naqash, J.A. *Development of high early strength in concrete incorporating alccofine and non-chloride accelerator*. *SN Appl. Sci.* **1**, 755 (2019).  
<https://doi.org/10.1007/s42452-019-0790-z>
- Sánchez de Guzmán, J. (2002). *Tecnología del concreto y del mortero* (3.<sup>a</sup> ed.). Limusa.
- Troxell, G. E., Davis, H. E., & Kelly, J. W. (1968). *Composition and Properties of Concrete* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- UNAM, I. (2005). *Aditivos Para Concreto*. Obtenido de  
<http://www.ingenieria.unam.mx/~lui>  
[scr/licenciatura\\_ic/1444\\_pcee/1444\\_material/aditivospresen.pdf](http://www.ingenieria.unam.mx/~lui/scr/licenciatura_ic/1444_pcee/1444_material/aditivospresen.pdf)
- Valle Gómez, Q. (2018). *Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto F'C = 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 210 Kg/cm<sup>2</sup> Chachapoyas-Amazonas* 2016.  
<https://hdl.handle.net/20.500.14077/1328>



Yerba Pacori, N. E. (2024). *Evaluación de la permeabilidad y las propiedades mecánicas del concreto en la construcción de una cisterna, con aditivo Sika -1, en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román - Puno.*

<https://hdl.handle.net/20.500.12394/14101>

Ysquierdo Villanueva, J. (26 de Octubre de 2015). Repositorio Institucional - UNC.

Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/641>

ZABALETA G., H. (1988). *Compendio de Tecnología del Hormigón.* Santiago: Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón.



## ANEXOS



Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿En qué medida el uso de aditivos acelerantes de fraguado influye en las propiedades del concreto convencional en estado fresco y endurecido en la región de Puno, 2024?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar en qué medida el uso de aditivos acelerantes de fraguado influye en las propiedades del concreto convencional en estado fresco y endurecido en la región de Puno, 2024</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El uso de aditivos acelerantes de fraguado influye de manera significativa en el concreto convencional, reduciendo el tiempo de fraguado y aumentando las resistencias a compresión tempranas 3, 7 y 14 días alcanzando la resistencia de diseño a los 28 días en las condiciones climáticas de la región de Puno, 2024.</p>		<p><b>Metodología de la investigación.</b></p> <p>Científica</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>1. ¿Qué efecto tiene la adición de acelerantes de fraguado en la trabajabilidad del concreto convencional en estado fresco en la región de Puno?</p> <p>2. ¿De qué manera influye el acelerante de fragua Sikacem y chema 3 en porcentajes de 1%, 1.5%, 2% en la resistencia a compresión temprana de 3, 7 y 14 días del concreto convencional?</p> <p>3. ¿Cuál es la diferencia en el comportamiento del concreto convencional al emplear los aditivos acelerantes Sikacem y Chema 3 en estado fresco y endurecido?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>1. Evaluar el efecto de la adición de acelerantes de fraguado en la trabajabilidad del concreto convencional en estado fresco en la región de Puno.</p> <p>2. Analizar la influencia del acelerante de fraguado Sikacem y chema 3, en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% respecto al peso del cemento, sobre la resistencia a compresión temprana del concreto convencional a las edades de 3, 7 y 14 días.</p> <p>3. Comparar el comportamiento del concreto convencional al emplear los aditivos acelerantes Sikacem y Chema 3 en estado y en estado endurecido en la región de Puno.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>1. La adición de acelerantes de fraguado disminuye la trabajabilidad del concreto convencional en estado fresco, reduciendo el asentamiento inicial y acelerando la pérdida de slump, en comparación con el concreto sin aditivo.</p> <p>2. La adición del acelerante Sikacem y chema 3 en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% incrementa significativamente la resistencia a compresión temprana del concreto convencional a edades de 3, 7 y 14 días, en comparación con el concreto sin aditivo, siendo la dosis de 1.5% la más óptima.</p> <p>3. El concreto convencional con aditivo Sikacem desarrolla mayores resistencias a compresión en edades tempranas 3 y 7 días, mientras que el concreto con aditivo Chema 3 mantiene mejor la trabajabilidad en estado fresco donde ambos aditivos permiten alcanzar resistencias similares al concreto convencional a los 28 días.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Aditivo acelerante de fragua</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p>Proporción de AAF</p> <p>1.0%, 1.5% y 2.0%</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Concreto convencional</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p>Trabajabilidad Resistencia a la compresión</p>	<p><b>Nivel:</b> Explicativo-descriptivo</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo de estudio</b> Aplicado</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Cuasi experimental.</p> <p><b>Técnicas:</b> Observación experimental</p> <p><b>Instrumentos</b> Fichas de los ensayos de laboratorio</p>

## Anexo 2. Fichas técnicas



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## SikaCem® Acelerante PE

Acelerante de fragua y resistencias para mezclas de concreto y mortero

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

Aditivo líquido de acción acelerante sobre tiempo de fraguado y resistencias mecánicas del concreto.

**USOS**

SikaCem® Acelerante PE debe usarse cuando se requiera:  
Obtener concreto con altas resistencias a temprana edad, reducir el tiempo de desencofrado y facilitar el rápido avance de las obras, colocar concreto en ambiente frío o efectuar reparaciones rápidas en todo tipo de estructuras.

**CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS**

- El SikaCem® Acelerante PE reduce los tiempos de desencofrado.
- Se obtienen resistencias más altas a temprana edad.
- Pronto uso de estructuras nuevas.
- Rápida puesta en uso de estructuras reparadas.
- SikaCem® Acelerante PE contrarresta el efecto del frío sobre las resistencias y el fraguado. Aumenta los rendimientos en la elaboración de prefabricados.

**CERTIFICADOS / NORMAS**

Cumple norma ASTM 494, tipo C.

**INFORMACIÓN DEL PRODUCTO****Empaques****Apariencia / Color**

Incoloro a tonalidad amarilliza

**Vida Útil**

1 año

**Condiciones de Almacenamiento**

El producto debe de ser almacenado en un lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.

**Densidad**

1.38 kg/L +/- 0.01

Hoja De Datos Del Producto  
SikaCem® Acelerante PE  
Junio 2025, Versión 01.02  
025402021000000090



## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

SikaCem® Acelerante PE viene listo para usarse, agregándose al agua de mezcla.

### DOSIFICACIÓN

Dependiendo del grado de aceleramiento deseado, SikaCem® Acelerante PE se dosifica del 1% al 4% del peso del cemento (aproximadamente de 300 mL a 1200 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg). De acuerdo con nuestra experiencia y como una guía en el uso de SikaCem® Acelerante PE, se puede decir que con una dosificación del 4% se obtienen resistencias mecánicas a 3 días equivalentes a 7 días y a 7 días las equivalentes a 15 días. Este efecto puede variar con el tipo y la edad del cemento, como también con la temperatura del ambiente. Recomendamos hacer ensayos previos para determinar la dosificación óptima en cada caso.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

### Sika Perú

Habilitación Industrial  
El Lúcumo Mt. "B" Lote 6  
Lurin, Lima  
Tel. (511) 618-6060

### Hoja De Datos Del Producto

SikaCem® Acelerante PE  
Junio 2025, Versión 01.02  
021402021000000090

2 / 2

SikaCemAcelerantePE-es-PE-(06-2025)-1-2.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



Hoja Técnica

### CHEMA 3

Aditivo acelerante de fragua para morteros y concretos.

VERSIONE: 03  
FECHA: 29/03/2017



Calidad que Construye

**DESCRIPCIÓN** CHEMA 3 es un aditivo acelerante de fragua para mortero y concreto que puede ser empleado tanto en climas normales con temperatura ambiente como bajo cero grados congelados. Acelera el desarrollo de las resistencias iniciales, haciéndose más notorio en temperaturas bajas. Además, actúa como un anticongelante e inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo. Es adecuado para cementos Portland Tipo I y Tipo V, puzolánica. Libre de cloruro. Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo C.

**VENTAJAS**

- Acelera las resistencias iniciales en el concreto, ahorrándose tiempo de espera para desconformar estructuras o elementos prefabricados.
- Permite una rápida puesta en servicio en pisos o losas de concreto.
- Al ser anticongelante evita que los morteros y concretos sufran daños debido a los ciclos hielo-deshielo.
- Actúa como inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo, ideal para concreto armado.
- Reduce los costos de construcción al reducir los tiempos de espera.
- Es compatible con los aditivos plastificantes de la marca CHEMA.

**USOS**

- Para vaciados en cualquier clima, donde se requiere una rápida puesta en servicio.
- Para desconformar en menor tiempo estructuras de concreto armado.
- En vaciados de concreto a baja temperatura o donde se espera una helada; fraguará el concreto en la mitad del tiempo.
- Para reparaciones económicas y con rápida puesta en servicio.
- Para vaciados en terrenos sulfurados.
- Para elementos de concreto prefabricados.
- Para morteros y concretos con altas resistencias iniciales.
- Para morteros de inyección.
- Para morteros de anclaje con altas resistencias mecánicas.
- Para vaciados en zonas con aguas subterráneas, superficiales.

**DATOS TÉCNICOS**

- Aspecto : Líquido.
- Color : Amarillo.
- Densidad : 1.15 - 1.18 kg/L
- pH : 8.0 - 11.0
- VOC : 0 g/L

**PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO**

Se recomienda realizar pruebas a pequeña escala para determinar la dosis exacta para el uso en particular. La dosis varía por influencia de los componentes del cemento, el diseño y las condiciones ambientales de la zona.

Medar el CHEMA 3 en el agua de amasado al momento en que prepare la mezcla. Por ningún motivo añada sobre la mezcla seca.

Se recomienda realizar ensayos previos si se realizan combinaciones de varios de

ATENCIÓN AL CLIENTE

(511) 318-8407

Página 3 de 3



Calidad que Construye

Hoja Técnica

## CHEMA 3

Aditivo acelerante de fragua para morteros y concretos.

VERSION: 01  
FECHA: 29/08/2017

nuestros productos.

Curar bien los elementos sobre todo desde el primer día hasta el 7<sup>mo</sup> día. Mejor si se usa curador de membrana CHEMA, el cual se aplica en cuanto haya desaparecido la exudación

**RENDIMIENTO** Utilizar según su necesidad, una de las siguientes dosificaciones de acuerdo al clima y tiempos requeridos:

- REDUCIDA: 500 ml (1/2 Litro) x bolsa de cemento.
- NORMAL: 750 ml (3/4 Litro)x bolsa de cemento.
- SUPERIOR: 1,000 ml (1 litro) x bolsa de cemento.

Dosis de 1.20 % a 4% del peso del cemento.

**PRESENTACIÓN**

- Envases de 1 gal.
- Envases de 5 gal.
- Envases de 55 gal.

**TIEMPO DE ALMACENAMIENTO** 24 meses almacenados en su envase original, sellado, bajo techo.

**PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES** En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/ 999012933).

Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.

No comer ni beber mientras manipula el producto. Utilizar guantes, máscara para vapores, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.

**"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines"**

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El

## Anexo 3. Panel de fotografías



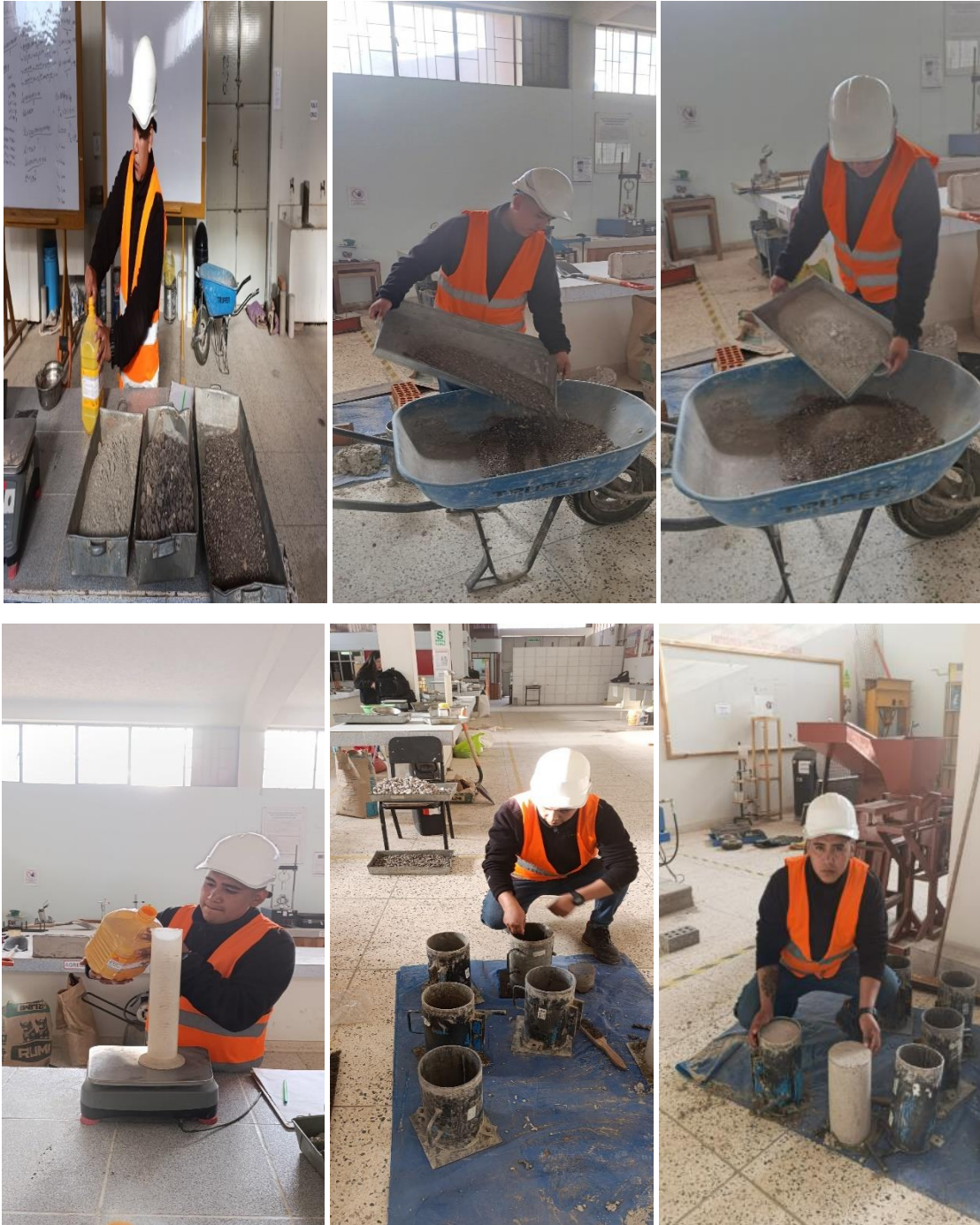
1. Realizamos el ensayo de contenido de humedad, pesamos la muestra, luego el ensayo de granulometría y pesamos las muestras retenidas



2. Realizamos el ensayo de absorción, saturamos las muestras, luego realizamos el cono truncado y finalmente colocamos la muestra en el picnómetro



3. Realizamos el ensayo de pesos unitarios suelto y varillado de la arena y la grava.



4. Preparamos las muestras para la elaboración de las probetas con adición de los aditivos acelerantes y luego desmoldamos para llevarlo a la posa de curado



5. Sacamos las probetas de la poza de curado para luego someterlas a resistencia a la compresión a distintas edades en la prensa hidráulica.



### Anexo 3. Ensayos del laboratorio



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



**TESIS** ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGION DE PUNO 2024.  
**SOLICITANTE** Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO  
**CANTERA** ISLA  
**LUGAR** CARRIETERA JULIACA ISLA km 17  
**FECHA** 06 DE NOVIEMBRE DEL 2024

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/5"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>484.67</u>
N° 4	9.15	1.83	1.83	98.17	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	38.10	7.62	9.45	90.55	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1314.20</u>
N° 16	79.52	15.90	25.35	74.65	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1619.28</u>
N° 30	99.16	19.83	45.19	54.81	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	142.10	28.42	73.61	26.39	Wc+B =	<u>1814</u> Wc+B-W = <u>195</u>
N° 100	91.10	18.22	91.83	8.17	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500}{1619.28-1814} = \underline{2.57} \text{ gr/cm}^3$
N° 200	33.62	6.72	98.55	1.45	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	7.25	1.45	100.00	0.00	B =	<u>500.00</u> B-A = <u>15.33</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{15.33 \times 100}{484.67} = \underline{3.16} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
MF= MÓDULO DE FINEZA			2.47			

#### 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>767.18</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	13	0.31	0.31	99.69	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1314.20</u>
3/4"	331	8.27	8.58	91.42	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1804.09</u>
1/2"	478	11.96	20.54	79.46	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	1252	31.31	51.85	48.15	Wc+B =	<u>2114</u> Wc+B-W = <u>RET 310</u>
1/4"					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800}{1804.09-2114} = \underline{2.58} \text{ gr/cm}^3$
N° 4	1425	35.55	87.50	12.50	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	0.00	0.00	87.50	12.50	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>12.82</u>
SUMA	3500.00	87.50			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{12.82 \times 100}{767.18} = \underline{1.63} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

B. N° 006-00310368



INVESTIGACIÓN ANDINA "INSTITUTO CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL



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** : ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN DE PUNO 2024

**SOLICITANTE** : Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO

**MUESTRA** : GRAVA - ARENA

**FECHA** : 06 DE NOVIEMBRE DEL 2024

MUESTRA : ARENA	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	398.50
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	369.50
PESO DEL TARRO (gr.)	38.30
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	360.20
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	331.20
PESO DEL AGUA (gr.)	29.00
% HUMEDAD	8.76

MUESTRA : GRAVA	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	487.40
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	479.30
PESO DEL TARRO (gr.)	51.10
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	436.30
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	428.20
PESO DEL AGUA (gr.)	8.10
% HUMEDAD	1.89

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



INVESTIGADOR RESPONSABLE  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 103257

B. N° 006-00310368



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** ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN DE PUNO 2024

**SOLICITANTE** : Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO

**MUESTRA** : GRAVA

**FECHA** : 06 DE NOVIEMBRE DEL 2024

#### DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7965 gr	7965 gr	7965 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12458.00 gr	12443.00 gr	12467.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4493.00 gr	4478.00 gr	4502.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.383 gr/cm <sup>3</sup>	1.378 gr/cm <sup>3</sup>	1.385 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.382 gr/cm <sup>3</sup>		

#### DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7965 gr	7965 gr	7965 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12819.00 gr	12842.00 gr	12833.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4854.00 gr	4877.00 gr	4868.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.494 gr/cm <sup>3</sup>	1.501 gr/cm <sup>3</sup>	1.498 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.498 gr/cm <sup>3</sup>		

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres  
DIP 103257

B. N<sup>o</sup> 006-00310368



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:** ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGION DE PUNO 2024

**SOLICITANTE:** Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO

**MUESTRA:** ARENA

**FECHA:** 06 DE NOVIEMBRE DEL 2024

#### DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5972 gr	5972 gr	5972 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9162.00 gr	9188.00 gr	9149.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3190.00 gr	3216.00 gr	3177.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.519 gr/cm <sup>3</sup>	1.532 gr/cm <sup>3</sup>	1.513 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.521 gr/cm <sup>3</sup>	

#### DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5972 gr	5972 gr	5972 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9420.00 gr	9425.00 gr	9408.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3448.00 gr	3453.00 gr	3436.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.642 gr/cm <sup>3</sup>	1.645 gr/cm <sup>3</sup>	1.637 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.641 gr/cm <sup>3</sup>	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 JULIACA - PERÚ  
 Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 103257

B. N° 006-00310368



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENURECIDO EN LA REGIÓN DE PUNO 2024

SOLICITANTE: BACH. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO

MUESTRA: ARENA

FECHA: 06 DE NOVIEMBRE DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr Módulo de Finezza = 2.47  OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
No4	4.760	9.15	1.83	1.83	98.17	95 - 100 %	
No6	2.380	38.10	7.62	9.45	90.55	80 - 100 %	
No10	2.000						
No16	1.190	29.32	15.90	25.35	74.65	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	99.16	19.83	45.19	54.81	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	142.10	28.42	73.61	26.39	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	91.10	18.22	91.83	8.17	2-10%	
No200	0.074	33.62	6.72	98.55	1.45		
BASE		7.25	1.45	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.45					

### CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
 POP - GAD PUNO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

B. N° 006-00310368

Dr. Arnaldo Viana Torres  
 CIP 103287





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

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

#### TESIS

ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGION DE PUNO 2024

#### SOLICITANTE

Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMIROCIO

#### CANTERA

ISLA

#### UBICACIÓN

CARRETERA JULIACA ISLA km 17

#### FECHA

06 DE NOVIEMBRE DEL 2024

#### 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:  $1/2"$  (12.70mm)

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	2.58	2.57
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1498	1641
P.U. Suelto	1382	1521
% de Absorción	1.63	3.16
% de Humedad Natural	1.89	8.76
Modulo de Fineza	-	2.47

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  $1/2"$  (12.70mm)
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:  $216 \text{ Lt/m}^3$
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de:  $2.5 \%$
5. Como se prevé que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las 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:

$$(216 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 387 \text{ Kg/m}^3$$

B. N.º 006-00310368



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



De acuerdo al módulo de finura del agregado fino = 2.47 el peso específico del agregado grueso varillado-compactado de 1498 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño nominal de 1/2" (12.70mm) se recomienda el uso de 0.653 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto.

Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.6527) \cdot (1498) = 978 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (216) / (1000) = 0.216 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (387) / (2.88 \cdot 1000) = 0.134 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (978) / (2.58 \cdot 1000) = 0.379 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.5) / (100) = 0.025 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.754 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.754) = 0.246 \text{ m}^3$$

$$(0.246) \cdot (2.57) \cdot 1000 = 630 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &(978) \cdot (1.018916) = 996 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &(630) \cdot (1.0876) = 685 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

$$216 - 978 \cdot \left( \frac{1.89 - 1.63}{100} \right) - 630 \left( \frac{8.76 - 3.16}{100} \right) = 178$$

### DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	387	1.00	387	1.00
Agua	216	0.558	178	0.46
Agreg. Grueso	978	2.53	996	2.57
Agreg. Fino	630	1.63	685	1.77
Aire	2.5 %			

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

### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg
Agregado fino húmedo	75.24 Kg
Agregado grueso húmedo	109.36 Kg
Agua efectiva	19.56 Kg

B. N.º 006-00310368



INVESTIGADOR RESPONSABLE  
FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL



## DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

<b>1.0</b> Bolsa de Cemento:	<b>Redondeo</b>
<b>1.75</b> p3 de Arena	<b>1.7</b> p3 de Arena
<b>2.80</b> p3 de Grava	<b>2.8</b> p3 de Grava
<b>20</b> Lt de Agua	<b>20</b> 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 DOSIFICACION 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.



UNIVERSIDAD ADMINISTRATIVA DE CUERPO VERDE  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL



Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 103257

B. N° 006-00310368



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS EXACTAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TESIS:** ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGION DE PUNO 2024  
**SOLICITANTE:** Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO  
**MUESTRA:** PATRÓN  
**LUGAR:** CIUDAD DE JUJACA  
**FECHA:** 05 DE DICIEMBRE DEL 2024

EDAD : 3 DIAS - MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>					
1	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-1	22100.00	15.01	176.95	124.89	210	7/11/2024	10/11/2024	3	59.47%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	21620.00	15.03	177.42	121.86	210	7/11/2024	10/11/2024	3	58.03%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	22710.00	15.05	177.89	127.66	210	7/11/2024	10/11/2024	3	60.29%	
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					124.80	PROMEDIO					59.48%

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>					
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	27520.00	15.04	177.66	154.90	210	7/11/2024	14/11/2024	7	73.76%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	26800.00	15.03	177.42	151.05	210	7/11/2024	14/11/2024	7	71.93%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	28020.00	15.02	177.19	158.14	210	7/11/2024	14/11/2024	7	75.30%	
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					154.70	PROMEDIO					73.57%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>					
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-1	34780.00	15.03	177.42	196.03	210	7/11/2024	5/12/2024	28	93.35%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	33900.00	15.05	177.89	190.57	210	7/11/2024	5/12/2024	28	90.75%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	35660.00	15.02	177.19	201.25	210	7/11/2024	5/12/2024	28	95.35%	
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					195.95	PROMEDIO					93.31%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>					
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	39030.00	15.02	177.19	220.27	210	7/11/2024	5/12/2024	28	104.98%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-2	38270.00	15.04	177.66	215.41	210	7/11/2024	5/12/2024	28	102.54%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	39620.00	15.02	177.19	223.60	210	7/11/2024	5/12/2024	28	106.46%	
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					219.76	PROMEDIO					104.55%

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.

B. N° 006-00310368



INVESTIGADOR RESPONSABLE  
FCP. CAROLINA ESCOBAR



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

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TESIS:** ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN DE PUNO 2024

**SOLICITANTE:** Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO

**MUESTRA:** CON 1% DE ADITIVO ACELERANTE SIKACEM

**LUGAR:** CIUDAD DE JULIACA

**FECHA:** 05 DE DICIEMBRE DEL 2024

**EDAD :** 3 DIAS - MUESTRA CON 1% AA SIKACEM

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	27150.00	15.05	177.89	152.62	210	7/11/2024	10/11/2024	3	72.68%	
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm	26800.00	15.06	178.13	150.45	210	7/11/2024	10/11/2024	3	71.64%	
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	27330.00	15.03	177.42	154.04	210	7/11/2024	10/11/2024	3	73.30%	
	M-3										
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					152.37	PROMEDIO					72.56%

**EDAD :** 7 DIAS - MUESTRA CON 1% AA SIKACEM

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	32900.00	15.03	177.42	185.44	210	7/11/2024	14/11/2024	7	88.30%	
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	33100.00	15.05	177.89	186.07	210	7/11/2024	14/11/2024	7	88.60%	
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	32630.00	15.03	177.42	183.91	210	7/11/2024	14/11/2024	7	87.58%	
	M-3										
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					185.14	PROMEDIO					88.16%

**EDAD :** 14 DIAS - MUESTRA CON 1% AA SIKACEM

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	36500.00	15.05	177.89	205.18	210	7/11/2024	5/12/2024	28	97.71%	
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	35740.00	15.02	177.19	201.70	210	7/11/2024	5/12/2024	28	96.05%	
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	36140.00	15.05	177.89	203.16	210	7/11/2024	5/12/2024	28	96.74%	
	M-3										
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					203.35	PROMEDIO					96.81%

**EDAD :** 28 DIAS - MUESTRA CON 1% AA SIKACEM

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	41900.00	15.04	177.66	235.84	210	7/11/2024	5/12/2024	28	112.81%	
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	39850.00	15.01	176.95	225.20	210	7/11/2024	5/12/2024	28	107.24%	
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	41090.00	15.01	176.95	232.23	210	7/11/2024	5/12/2024	28	110.36%	
	M-3										
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					231.09	PROMEDIO					110.14%

**OBSERVACIONES:**

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

B. N° 006-00310368

  
 RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO  
 VICP - CIVIL INGENIERIA  




UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁZQUEZ  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TESIS:** ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN DE PUNO 2024

**SOLICITANTE:** Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBRICIO

**MUESTRA:** CON 1.5% DE ADITIVO ACELERANTE SIKACEM

**LUGAR:** CIUDAD DE JULIACA

**FECHA:** 05 DE DICIEMBRE DEL 2024

**EDAD :** 3 DIAS - MUESTRA CON 1.5% AA SIKACEM

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	30100.00	15.02	177.19	169.87	210	7/11/2024	10/11/2024	3	80.89%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	29810.00	15.01	176.95	168.47	210	7/11/2024	10/11/2024	3	80.22%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	31400.00	15.05	177.89	176.51	210	7/11/2024	10/11/2024	3	84.05%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>	171.62				PROMEDIO	81.72%

**EDAD :** 7 DIAS - MUESTRA CON 1.5% AA SIKACEM

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	35260.00	15.02	177.19	199.00	210	7/11/2024	14/11/2024	7	94.76%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	35920.00	15.05	177.89	201.92	210	7/11/2024	14/11/2024	7	96.15%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	34960.00	15.04	177.66	196.78	210	7/11/2024	14/11/2024	7	93.70%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>	199.23				PROMEDIO	94.87%

**EDAD :** 14 DIAS - MUESTRA CON 1.5% AA SIKACEM

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-1	37180.00	15.03	177.42	209.56	210	7/11/2024	5/12/2024	14	99.79%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-2	36900.00	15.06	178.13	207.15	210	7/11/2024	5/12/2024	14	98.64%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	37800.00	15.04	177.66	212.77	210	7/11/2024	5/12/2024	14	101.32%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>	209.83				PROMEDIO	99.92%

**EDAD :** 28 DIAS - MUESTRA CON 1.5% AA SIKACEM

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-1	41790.00	15.03	177.42	235.54	210	7/11/2024	5/12/2024	28	112.14%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	42370.00	15.05	177.89	238.18	210	7/11/2024	5/12/2024	28	113.42%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	42450.00	15.05	177.89	238.63	210	7/11/2024	5/12/2024	28	113.63%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>	237.45				PROMEDIO	113.07%

**OBSERVACIONES:**

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁZQUEZ  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

B. N° 006-00310368



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

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TESIS:** ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES DE FRÍAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN DE PUNO 2024

**SOLICITANTE:** Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO

**MUESTRA:** CON 2% DE ADITIVO ACCELERANTE SIKACEM

**LUGAR:** CIUDAD DE JULIACA

**FECHA:** 05 DE DICIEMBRE DEL 2024

**EDAD : 3 DIAS - MUESTRA CON 2% AA SIKACEM**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-1	31030.00	15.03	177.42	174.90	210	7/11/2024	10/11/2024	3	85.28%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	31800.00	15.01	176.95	179.71	210	7/11/2024	10/11/2024	3	85.58%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	30920.00	15.04	177.66	174.04	210	7/11/2024	10/11/2024	3	82.88%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					PROMEDIO	83.91%

**EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 2% AA SIKACEM**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	37180.00	15.04	177.66	209.28	210	7/11/2024	14/11/2024	7	99.60%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	36080.00	15.02	177.19	203.62	210	7/11/2024	14/11/2024	7	96.96%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-3	37100.00	15.06	178.13	208.27	210	7/11/2024	14/11/2024	7	99.18%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>	207.06				PROMEDIO	98.60%

**EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 2% AA SIKACEM**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-1	37920.00	15.03	177.42	213.73	210	7/11/2024	5/12/2024	28	101.76%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	38680.00	15.03	177.42	218.01	210	7/11/2024	5/12/2024	28	103.82%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	36680.00	15.05	177.89	206.19	210	7/11/2024	5/12/2024	28	98.19%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>	212.65				PROMEDIO	101.26%

**EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 2% AA SIKACEM**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	43620.00	15.02	177.19	246.18	210	7/11/2024	3/12/2024	28	117.23%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-2	42800.00	15.04	177.66	240.91	210	7/11/2024	3/12/2024	28	114.72%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-3	43270.00	15.01	176.95	244.53	210	7/11/2024	3/12/2024	28	116.44%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>	243.87				PROMEDIO	116.13%

**OBSERVACIONES:**

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁZQUEZ  
FIC - CIVIL INGENIERÍA CIVIL  
Dr. Arnaldo Tania Torres  
CIP 103267

B. N° 006-00310368



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TESIS:** ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGION DE PUNO 2024

**SOLICITANTE:** BACH. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBRONIO

**MUESTRA:** CON 1% DE ADITIVO ACCELERANTE CHEMA 3

**LUGAR:** CIUDAD DE JULIACA

**FECHA:** 05 DE DICIEMBRE DEL 2024

**EDAD : 3 DIAS - MUESTRA CON 1% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	25980.00	15.03	177.42	146.43	210	7/11/2024	10/11/2024	3	69.73%	
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	26700.00	15.02	177.19	150.69	210	7/11/2024	10/11/2024	3	71.76%	
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	26020.00	15.04	177.66	146.46	210	7/11/2024	10/11/2024	3	69.74%	
	M-3										
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					PROMEDIO	70.41%

**EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 1% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	31520.00	15.02	177.19	177.89	210	7/11/2024	14/11/2024	7	84.71%	
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	32470.00	15.04	177.66	182.76	210	7/11/2024	14/11/2024	7	87.83%	
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	31880.00	15.02	177.19	179.92	210	7/11/2024	14/11/2024	7	85.68%	
	M-3										
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					PROMEDIO	85.81%

**EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 1% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	36260.00	15.02	177.19	204.64	210	7/11/2024	5/12/2024	28	97.45%	
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	35930.00	15.03	177.42	202.51	210	7/11/2024	5/12/2024	28	96.44%	
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	36500.00	15.05	177.89	205.18	210	7/11/2024	5/12/2024	28	97.71%	
	M-3										
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					PROMEDIO	97.20%

**EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 1% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	41720.00	15.02	177.19	235.45	210	7/11/2024	5/12/2024	28	112.12%	
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	42100.00	15.03	177.42	237.29	210	7/11/2024	5/12/2024	28	113.00%	
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	43060.00	15.04	177.66	242.37	210	7/11/2024	5/12/2024	28	115.42%	
	M-3										
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					PROMEDIO	113.51%

### OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



INGENIERO EN INVESTIGACIÓN  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 103287

B. N° 006-00310368



UNIVERSIDAD NACIONAL CAYETANO DE AREQUIPA  
 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** ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN DE PUNO 2024

**SOLICITANTE** Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO

**MUESTRA** CON 1.5% DE ADITIVO ACELERANTE CHEMA 3

**LUGAR** CIUDAD DE JULIACA

**FECHA** 05 DE DICIEMBRE DEL 2024

**EDAD : 3 DIAS - MUESTRA CON 1.5% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	29100.00	15.05	177.89	163.58	210	7/11/2024	10/11/2024	3	77.90%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	29530.00	15.03	177.42	166.44	210	7/11/2024	10/11/2024	3	79.26%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	28740.00	15.03	177.42	161.99	210	7/11/2024	10/11/2024	3	77.14%
	M-3									
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					164.00	PROMEDIO				78.10%

**EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 1.5% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	33400.00	15.04	177.66	188.00	210	7/11/2024	14/11/2024	7	89.52%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	34690.00	15.02	177.19	195.78	210	7/11/2024	14/11/2024	7	93.23%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm	33850.00	15.06	178.13	190.03	210	7/11/2024	14/11/2024	7	90.45%
	M-3									
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					191.27	PROMEDIO				91.08%

**EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 1.5% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	36350.00	15.02	177.19	205.15	210	7/11/2024	5/12/2024	28	97.69%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	37650.00	15.04	177.66	211.92	210	7/11/2024	5/12/2024	28	100.92%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	36870.00	15.02	177.19	208.08	210	7/11/2024	5/12/2024	28	99.09%
	M-3									
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					208.38	PROMEDIO				99.23%

**EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 1.5% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	42870.00	15.05	177.89	240.99	210	7/11/2024	5/12/2024	28	114.76%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	43010.00	15.01	176.95	243.06	210	7/11/2024	5/12/2024	28	115.74%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	42660.00	15.03	177.42	240.45	210	7/11/2024	5/12/2024	28	114.50%
	M-3									
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>					241.50	PROMEDIO				115.00%

**OBSERVACIONES:**

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



INGENIERO HERIBERTO CALDERAS WILLABRA  
FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL

B. N° 006-00310368

Dr. Amalio Yana Torres  
CIP 103297



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:** ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES DE FRAGUA PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN DE PUNO 2024

**SOLICITANTE:** Bach. RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO

**MUESTRA:** CON 2% DE ADITIVO ACCELERANTE CHEMA 3

**LUGAR:** CIUDAD DE JULIACA

**FECHA:** 05 DE DICIEMBRE DEL 2024

**EDAD : 3 DIAS - MUESTRA CON 2% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg									cm
1	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-1	30060.00	15.01	176.95	169.88	210	7/11/2024	10/11/2024	3	80.89%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	29830.00	15.05	177.89	167.69	210	7/11/2024	10/11/2024	3	79.85%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	31050.00	15.02	177.19	175.24	210	7/11/2024	10/11/2024	3	83.45%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>	170.93				PROMEDIO	81.40%

**EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 2% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg									cm
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	36370.00	15.02	177.19	205.26	210	7/11/2024	14/11/2024	7	97.74%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-2	35610.00	15.04	177.66	200.44	210	7/11/2024	14/11/2024	7	95.45%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	36120.00	15.03	177.42	203.58	210	7/11/2024	14/11/2024	7	96.95%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>	203.09				PROMEDIO	96.71%

**EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 2% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg									cm
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	37100.00	15.02	177.19	209.38	210	7/11/2024	5/12/2024	28	99.70%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	38410.00	15.05	177.89	215.92	210	7/11/2024	5/12/2024	28	102.82%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	37500.00	15.04	177.66	211.08	210	7/11/2024	5/12/2024	28	100.31%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>	212.13				PROMEDIO	101.01%

**EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 2% AA CHEMA 3**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg									cm
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	43750.00	15.04	177.66	246.26	210	7/11/2024	5/12/2024	28	117.27%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	43060.00	15.01	176.95	243.35	210	7/11/2024	5/12/2024	28	115.88%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	42270.00	15.02	177.19	241.38	210	7/11/2024	5/12/2024	28	114.94%	
					PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>	243.66				PROMEDIO	116.03%

**OBSERVACIONES:**

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

B. N° 006-00310368



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

De Ronald Iván Torres  
CIP 103287



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 19-09-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RONALD DAVERSON LA TORRE AMBROCIO

Dirección: AV. AMAZONAS N° 517 - URB. TAPARACHI ETAPA I

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 77129061

Teléfono: 967208644 email: daverzonlatorre@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: ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA

PARA SU EMPLEO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO

FRESCO Y ENDURECIDO EN LA REGIÓN PUNO 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): ADITIVOS ACELERANTES, CONCRETO, RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller  
  Título  
  2da Especialidad  
  Maestría  
  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

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

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

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

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

19 de septiembre del 2025

Fecha