



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA
E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS
Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA
CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. BRAULIO PUMA PUMA

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

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES DE FRAGUA
E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS
Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN
LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. BRAULIO PUMA PUMA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:

Dr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ASESOR DE TESIS

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 032-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-243 presentado por el (la) Bachiller: **BRAULIO PUMA PUMA** 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. **BRAULIO PUMA PUMA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** 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. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Dr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ARTICULO SEGUNDO. – **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTICULO TERCERO. – **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **BRAULIO PUMA PUMA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 09 de enero 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.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DECANO
CIP. 47790



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

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1500-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 16046 por el señor (a): **BRAULIO PUMA PUMA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1319 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 264 - 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): **BRAULIO PUMA PUMA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, 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° 264 - 2024 **aprobande** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, Corresponsiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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): **BRAULIO PUMA PUMA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "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° 414-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de junio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 5047, presentado el o (la) Bachiller **BRAULIO PUMA PUMA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 331 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 135-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: **BRAULIO PUMA PUMA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 135-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **BRAULIO PUMA PUMA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

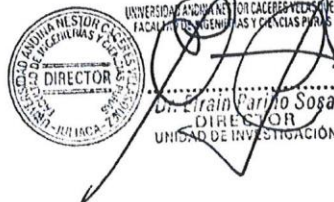
ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. MALTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Eirain Paríño Soga
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA Y INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	10%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1%

11 revistas.untrm.edu.pe




Metadatos Complementarios UANCV



Título de la tesis	
INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	BRAULIO PUMA PUMA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70975295
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-7662-2372
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	01316765
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca</p> <p>- Latitud: S 15° 29' 27'' - Longitud: O 70° 07' 37''</p>  <p>https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1Dds5L206Wkqc7a7rt-RTz2ef1bliVg4&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2024 – Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01
- Librería	Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUSCO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN PUNO Y DEPARTAMENTO PUNO

[Firma]

Dr. Efraim Barillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo BRAULIO PUMA PUMA, identificado con DNI Nro. 70975295, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA CIVIL

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

INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTE DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

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 26 de JUNIO del 2025

[Handwritten signature of the advisor]

Firma del Asesor (obligatoria)

[Handwritten signature of the student]

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Con cariño para mi querido hijo Renzo Rodrigo, quien ha sido el motor que impulsa para lograr mis objetivos.



AGRADECIMIENTO

*A mis queridos padres Moisés y Jacoba, por su permanente motivación,
exigencia y apoyo ¡gracias!*



INDICE

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

INDICE..... iii

INDICE DE TABLAS vii

INDICE DE FIGURAS ix

RESUMEN xi

ABSTRAC..... xii

INTRODUCCION xiii

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Exposición de la situación problemática 1

1.2 Planteamiento del problema 4

 1.2.1 Pregunta general 4

 1.2.2 Preguntas específicas..... 4

1.3 Justificación de la investigación..... 4

 1.3.1 Justificación practica 4

 1.3.2 Justificación social 5

 1.3.3 Justificación metodológica 5



1.4	Objetivos	5
1.4.1	Objetivo general	5
1.4.2	Objetivos específicos.....	5
1.5	Hipótesis.....	6
1.5.1	Hipótesis general	6
1.5.2	Hipótesis específicas	6
1.6	Variables e indicadores	6
1.7	Operacionalización de variables.....	7

CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1	Antecedentes de la investigación	8
2.1.1	Antecedentes internacionales	8
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	10
2.1.3	Antecedentes locales	13
2.2	Marco teórico	14
2.2.1	El Concreto.....	14
2.2.2	Fundamentos para el concreto.....	16
2.2.3	Componentes para el concreto.	16
2.2.4	Diseño de Mezclas.....	51
2.2.5	Propiedades Físicas de un Concreto	51



2.2.6 Propiedades Mecánicas de un Concreto 55

2.3 Marco Conceptual 57

CAPITULO III

METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación..... 60

3.2 Enfoque de la investigación 60

3.3 Tipo de investigación 60

3.4 Población y muestra 61

 3.4.1 Población 61

 3.4.2 Muestra 61

 3.4.3 Técnicas de procesamiento..... 62

 3.4.4 Propiedades Físicas del Agregado Grueso 63

 3.4.5 Propiedades físicas del agregado fino 64

 3.4.6 Diseño de Mezcla 66

 3.4.7 Evaluación de resultados 67

 3.4.8 Proceso y análisis de datos 67

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 Presentación de resultados de la investigación..... 68

 4.1.1 Proporción del Diseño de mezcla $F'c: 210 \text{ kg/cm}^2$ 73



4.1.2	Análisis de ensayos de concreto en estado fresco	74
4.1.3	Análisis de la resistencia a la compresión	75
a.	Resistencia a la compresión de la MP	75
4.1.4	Revisión estadística de los resultados medios de resistencia a la compresión.....	86
4.1.5	Análisis de la resistencia a flexión	87
4.2	Discusión de resultados	91
	CONCLUSIONES	94
	RECOMENDACIONES	96
	BIBLIOGRAFIA	97
	ANEXOS	100



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	7
Tabla 2 Tipos de consistencia.....	53
Tabla 3. Cantidad de muestras de hormigón previstas para la evaluación.	61
Tabla 4. Gradación del agregado fino.....	68
Tabla 5 Granulometría del agregado grueso.....	69
Tabla 6 Resumen de datos sobre los niveles de humedad y las tasas de absorción.....	70
Tabla 7 Valores típicos de la gravedad específica.....	71
Tabla 8 Valores promedios del peso unitario suelto.....	71
Tabla 9 Valores medios del peso unitario compactado	72
Tabla 10 Combinación de relaciones de diseño.....	73
Tabla 11 Asentamiento del concreto	74
Tabla 12 Existe un patrón en la resistencia a la compresión después de 7 días	75
Tabla 13. A los 14 días, se observa un patrón en la resistencia a la compresión	76
Tabla 14. El patrón de resistencia a la compresión se muestra tras 28 días	76
Tabla 15. Resistencia a la compresión + 2% AF + 0.10% IA en 7 días	77
Tabla 16. Resistencia a la compresión + 2% AF + 0.10% IA en 14 días	78
Tabla 17. Resistencia a la compresión + 2% AF + 0.10% IA en 28 días	79
Tabla 18. Resistencia a la compresión + 3% AF + 0.15% IA a los 7 días	80
Tabla 19. Resistencia a la compresión + 3% AF + 0.15% IA a los 14 días	81
Tabla 20. Resistencia a la compresión + 3% AF + 0.15% IA a los 28 días	82
Tabla 21. Resistencia a la compresión + 3.5% AF + 0.20% IA a los 7 días	83
Tabla 22. Resistencia a la compresión + 3.5% AF + 0.20% IA a los 14 días	84
Tabla 23. Resistencia a la compresión + 3.5% AF + 0.20% IA a los 28 días	85
Tabla 24 Resumen de la resistencia promedio.....	86



Tabla 25. Resistencia a flexión muestra patrón a los 28 días	87
Tabla 26 Resistencia a flexión + 2% AF + 0.10% IA en 28 días	88
Tabla 27. Resistencia a flexión + 3% AF + 0.15% IA a los 28 días.....	89
Tabla 28. Resistencia a flexión + 3.5% AF + 0.20% IA a los 28 días.....	89
Tabla 29 comparativa de resistencia flexión.....	90



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Concreto en la construcción	15
Figura 2 Cemento para el hormigón	18
Figura 3 Tipos de cemento portland	21
Figura 4 Agregados en el concreto	22
Figura 5 Prueba de Slump	54
Figura 6 Prueba en la Olla de Washington	54
Figura 7 Tipos de fallas sometidas a compresión del concreto	55
Figura 8 Representación del ensayo de compresión.....	56
Figura 9 Prueba de la resistencia a flexión	57
Figura 10 Aditivo acelerador de fragua	62
Figura 11 Aditivo incorporador de aire	63
Figura 12. Resistencia a compresión	67
Figura 13 Curva de gradación del A.F.	69
Figura 14 Curva granulométrica del A.G.	70
Figura 15 comparativa de contenido de humedad y absorción	70
Figura 16 Diagrama del peso específico.....	71
Figura 17 Diagrama del peso unitario suelto.....	72
Figura 18 Diagrama del peso unitario compactado.....	73
Figura 19 Verificación del asentamiento.....	74
Figura 20 Mediciones de resistencia realizadas bajo compresión tras 7 días.....	75
Figura 21 Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión realizadas en MP-14 días.....	76
Figura 22 Mediciones de la resistencia a la compresión tomadas después de 28 días en MP	77



Figura 23	Valores obtenidos de resistencia a compresión + 2% AF + 0.10% IA en 7 días	78
Figura 24	Valores obtenidos de resistencia a compresión + 2% AF + 0.10% IA en 14 días ..	79
Figura 25	Valores obtenidos de resistencia a compresión + 2% AF + 0.10% IA en 28 días ..	80
Figura 26	Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3% AF + 0.15% IA - 7días	81
Figura 27	Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3% AF + 0.15% IA – 14 días	82
Figura 28	Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3% AF + 0.15% IA – 28 días	83
Figura 29	Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3.5% AF + 0.20% IA – 7 días ...	84
Figura 30	Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3.5% AF + 0.20% IA – 14 días .	85
Figura 31	Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3.5% AF + 0.20% IA – 28 días .	86
Figura 32	Valores representativos de resistencia a la compresión	87
Figura 33	Comparativa de resistencias alcanzadas muestra patrón.....	87
Figura 34	Comparativa de resistencias alcanzadas.....	88
Figura 35	Comparativa de resistencias alcanzadas.....	89
Figura 36	Comparativa de resistencias alcanzadas.....	90
Figura 37	Comparativa de la resistencia a flexión	91



RESUMEN

La presente investigación, titulada " INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA", los autores investigan los efectos de estos aditivos en las características mecánicas y físicas del hormigón hidráulico. Analizando 48 muestras de hormigón según los criterios NTP, este estudio utilizó un diseño experimental, empleó métodos científicos y adoptó un enfoque aplicado. El experimento también examinó combinaciones con diferentes cantidades de acelerador de fraguado (2 %, 3 % y 3,5 %) y aditivo aireante (0,10 %, 0,15 % y 0,20 %). En la muestra estándar de la prueba de resistencia se utilizó árido de la cantera de Isla. Los resultados mostraron que la trabajabilidad del hormigón mejoraba cuando se añadían acelerador de fraguado y aditivo aireante a la mezcla. A los 7, 14 y 28 días, volvimos a realizar la prueba de muestra estándar y, esta vez, con una dosis del 3,5 % de AF y del 0,20 % de IA, obtuvimos una resistencia a la flexión de 30,02 kg/cm². A los 28 días, la mejor dosis de 3,5 % de aditivo acelerador de fraguado + 0,20 % de aditivo incorporador de aire aumentó la resistencia a la compresión en 271,23 kg/cm².

Palabras Clave: Aditivo incorporador de aire, aditivo acelerante fragua, concreto propiedades físicas y mecánicas.



ABSTRAC

This research, entitled " INFLUENCE OF THE USE OF SETTING ACCELERATORS AND AIR ENHANCERS ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF HYDRAULIC CONCRETE IN THE CITY OF JULIACA," the authors investigate the effects of these additives on the mechanical and physical characteristics of hydraulic concrete. Analyzing 48 concrete samples according to NTP criteria, this study used an experimental design, employed scientific methods, and adopted an applied approach. The experiment also examined combinations with different amounts of setting accelerator (2%, 3%, and 3.5%) and air-entraining additive (0.10%, 0.15%, and 0.20%). Aggregate from the Isla quarry was used in the standard strength test sample. The results showed that the workability of the concrete improved when setting accelerator and air-entraining admixture were added to the mixture. At 7, 14, and 28 days, we repeated the standard sample test and, this time, with a dose of 3.5% AF and 0.20% IA, we obtained a flexural strength of 30.02 kg/cm². At 28 days, the best dose of 3.5% setting accelerator additive + 0.20% air-entraining additive increased the compressive strength by 271.23 kg/cm².

Keywords: Air-entraining additive, setting accelerator additive, concrete physical and mechanical properties.



INTRODUCCION

En la presente investigación titulada “INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA”, Como material con un rendimiento excelente por ejemplo, su capacidad para soportar grandes cargas y ofrecer opciones estructurales el hormigón ha tenido una gran demanda en Juliaca recientemente. Por otro lado, los estudios sobre aditivos y combinaciones que podrían aumentar sus cualidades inherentes son el resultado de la búsqueda incesante de mejores atributos físicos y mecánicos.

Con sus capacidades lubricantes y conductoras, el aditivo acelerador de fraguado es un candidato fascinante para mejorar las cualidades del hormigón. Por otro lado, en climas más fríos como el nuestro, el elemento que incorpora aire puede facilitar el trabajo con el hormigón, lo que aumenta su resistencia y longevidad.

Este estudio tiene dos objetivos. El primero es evaluar cómo afecta cada componente a la resistencia a la compresión del hormigón. Según la idea, la combinación de estos dos componentes podría tener beneficios de gran alcance más allá de sus propias ventajas, abriendo nuevas vías para el desarrollo de hormigones ecológicos y de alta resistencia.

El primer capítulo ofrece una visión general completa del tema de investigación, incluyendo sus antecedentes, problemas, objetivos, fundamentos, hipótesis, variables y dimensiones. Es esencial incorporar estos componentes en el marco del estudio.

Con el fin de sentar las bases para la investigación, el capítulo II menciona el marco teórico. El marco conceptual se basa en el trabajo de autores contemporáneos, mientras que el marco teórico incluye todas las ideas fundamentales esenciales del estudio.



La técnica de estudio, que es el capítulo III, analiza la metodología, la organización, el alcance y el tipo de investigación utilizados en este estudio. Además, profundiza en los enfoques e instrumentos que se utilizaron para garantizar la correcta implementación de la investigación. Asimismo, analiza cómo adquirir las técnicas necesarias, cómo justificar el diseño experimental, cómo determinar la población y la muestra, y cómo obtener los resultados previstos. Ahora podemos ver la matriz de consistencia de la investigación.

En el capítulo IV, vemos las cifras que se desprenden de todo ese análisis de datos. Se pueden ver en tablas y figuras, y respaldan lo que dijimos sobre cómo variaban las cifras en comparación con las que utilizaron otros autores.

En la conclusión se ofrecen explicaciones detalladas sobre las futuras orientaciones de la investigación y un breve resumen de los resultados del estudio. Por último, se incluyen los apéndices que refuerzan el texto principal, así como la bibliografía principal mencionada.



CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Exposición de la situación problemática

Debido al impacto favorable que tiene en las economías nacionales y a la importante demanda de nuevos proyectos de infraestructura social, la construcción se considera una de las actividades económicas más importantes a escala internacional. En la actualidad, la construcción informal es la norma en Perú. El 80 % de las viviendas del país son informales, según CAPECO. Los edificios que son eficientes desde el punto de vista energético y que proporcionan comodidad y seguridad a la comunidad son esenciales para nuestra sociedad. El hormigón debe ser de la mejor calidad posible, ya que es uno de los componentes más importantes de la construcción. Los aditivos químicos que mejoran las cualidades físicas y mecánicas del hormigón estructural son el objeto de esta investigación. Por eso es fundamental conocer la topografía y las temperaturas extremas del lugar donde se va a verter el hormigón antes de formular la mezcla. A la hora de planificar la mezcla, los factores de temperatura pueden afectar a las cantidades relativas de los componentes del hormigón y a cualquier aditivo.

Sin embargo, en Brasil, se fundó un subgrupo del Instituto Brasileño de Impermeabilización (IBI) por personas que representan a los productores de aditivos para



hormigón (Construcción Latinoamericana, 2019). El objetivo de las iniciativas de educación del mercado del Grupo de Aditivos es allanar el camino para mejorar y ampliar el uso de aditivos hidrófugos en el hormigón brasileño. Con el fin de educar a los usuarios sobre las características técnicas del aditivo en relación con los materiales que se van a utilizar, el impacto de la temperatura del hormigón y del ambiente, y otra información importante, se han diseñado específicamente dos guías de usuario.

Según la escasa bibliografía científica sobre las propiedades mecánicas y físicas del hormigón estructural, se destacan las siguientes cuestiones: (1) las resistencias observadas no cumplen con la normativa; (2) existe una falta de cultura en torno a la realización de ensayos de áridos para determinar sus propiedades y, a continuación, diseñar el hormigón necesario; (3) los maestros constructores utilizan cálculos empíricos para determinar la cantidad de áridos y cemento que deben utilizar, sin conocer las propiedades del suelo, el número de plantas y otros parámetros para una construcción responsable. Independientemente de los contrastes climáticos de nuestra región, el hormigón experimenta ciclos de congelación y descongelación, especialmente en construcciones sin impermeabilizar, durante los meses de invierno, de mayo a julio. La presencia de agua libre en el hormigón provoca su congelación, lo que aumenta su volumen. En ausencia de un proceso de endurecimiento, las frágiles conexiones entre las partículas de hormigón acabarán rompiéndose una vez que el material se haya endurecido. Además, la actividad o las reacciones químicas pueden reducirse significativamente durante el curado del hormigón a bajas temperaturas.

Del mismo modo, las horas y fechas en las que se puede trabajar limitan tanto la producción de hormigón como el proceso de curado. Por ejemplo, de mayo a julio, las temperaturas rondan los 0 °C, y de diciembre a marzo, las fuertes lluvias incluso paralizan la mayoría de las obras de construcción.



El uso de aditivos que permiten continuar con el trabajo en condiciones adversas y, lo que es más importante, alcanzar la resistencia necesaria sin afectar gravemente a la inversión en la producción de hormigón, es crucial a la luz de estos elementos negativos, el más destacado de los cuales es el clima. Se pueden cumplir los plazos previstos, ya que esto también hace que las cosas sean más viables. Además, reduce la necesidad de agua, áridos y otros recursos. Cabe destacar que los materiales utilizados para fabricar el hormigón deben cumplir los parámetros físicos y mecánicos exigidos por la legislación.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es investigar cómo las propiedades mecánicas y físicas del hormigón estructural de Puno se ven afectadas por la adición de aditivos aireantes y acelerantes. Conociendo las cualidades del material en la fase de diseño, el objetivo es realizar las pruebas exigidas por la normativa vigente. Solo entonces se podrán evaluar las propiedades mecánicas. El resultado será un hormigón que aproveche al máximo todos los ingredientes.

Hasta que se lleve a cabo este estudio, el hormigón seguirá fabricándose sin tener en cuenta las propiedades de los áridos, con dosis empíricas dejadas al azar y, lo que es más importante, sin cumplir las normas mínimas de calidad exigidas por la norma. Los terremotos graves pueden causar daños catastróficos y quizás la muerte si las personas intentan construir sus casas por su cuenta. Por lo tanto, tanto si el hormigón está en estado fresco, con una mejor trabajabilidad, como en estado endurecido, con una mayor resistencia después de 28 días, la adición de diferentes tipos de aditivos mejora su producción. Además, la literatura internacional muestra que los aditivos se han vuelto más populares recientemente, y la industria de la construcción siempre está buscando nuevas adiciones para hacer que el hormigón estructural sea más sostenible. La zona de Puno tiene temperaturas constantemente bajas durante la mayor parte del año, lo que dificulta la capacidad de trabajar eficazmente y adquirir la resistencia necesaria sin la adición de productos químicos.



1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Pregunta general*

¿Cómo influye el uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca?

1.2.2 *Preguntas específicas*

- ¿Cómo influye el uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la trabajabilidad del concreto hidráulico?
- ¿Cuál es la influencia del uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico?
- ¿Cuál es la influencia del uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la resistencia a la Flexión del concreto hidráulico?

1.3 Justificación de la investigación

Con el fin de construir infraestructuras estructuralmente seguras, esta investigación se propuso mejorar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón estructural aumentando su trabajabilidad y resistencia mediante la adición de un aditivo aireante o acelerante.

1.3.1 *Justificación practica*

Ya que ofrece una opción para que las cosas sean más viables cuando hace mal tiempo. Además, el hormigón estructural fabricado sin aditivos no alcanza la resistencia necesaria, y la mayoría de la gente piensa que añadir productos químicos al hormigón lo encarece. Debido al éxito de la investigación en la producción de los diseños de hormigón estructural necesarios, ha influido en las nuevas prácticas y políticas de uso de aditivos en materia de seguridad estructural.



1.3.2 Justificación social

El uso de menos energía y menos materiales reducirá el impacto medioambiental del sector de la construcción. Apoyar prácticas de construcción ecológicas que puedan sobrevivir e incluso prosperar en un mundo en el que el cambio climático es inevitable. Garantizar un lugar asequible, seguro y a largo plazo para que todos puedan vivir. Con el fin de garantizar que todas las personas puedan permitirse un lugar sostenible donde vivir, nuestra investigación se centra en crear hormigón estructural que sea seguro, ecológico y capaz de adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes.

1.3.3 Justificación metodológica

Para alcanzar este objetivo, los investigadores realizaron experimentos en los que modificaron una o más variables para ver cómo afectaba al resultado, con el fin de medir la dependencia de la variable dependiente respecto a la variable independiente. Antes de llevar a cabo estos ensayos, se utilizó un laboratorio de hormigón para determinar las cualidades de los áridos, los porcentajes de aditivos que se iban a emplear y las propiedades físicas y mecánicas del hormigón estructural. La información se recopiló mediante hojas de observación y las propiedades mecánicas se evaluaron de acuerdo con el NTP más reciente.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar influencia del uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia del uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la trabajabilidad del concreto hidráulico
- Determinar la influencia del uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico



- Determinar la influencia del uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la resistencia a la Flexión del concreto hidráulico

1.5 Hipótesis

1.5.1 *Hipótesis general*

El uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- El uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire es positivo en la trabajabilidad de un concreto hidráulico
- El uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire aumenta la resistencia a la compresión del concreto hidráulico
- El uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire aumenta la resistencia a la flexión del concreto hidráulico

1.6 Variables e indicadores

✓ Variable independiente

Aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire

a. Indicadores

- Dosificación en %

✓ Variable dependiente

Propiedades físicas y mecánicas

b. Indicadores

- Asentamiento
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión



1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable independiente: Aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire	<p>Además de tener una gran conductividad eléctrica, la estructura del material ayuda a lubricarlo.</p> <p>Gracias a estas adiciones, se necesita menos agua para conseguir la viscosidad deseada.</p>	Dosificación	%
Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas	El hormigón, por el contrario, puede soportar una amplia gama de tensiones mecánicas, incluyendo tensiones de compresión, flexión.	Propiedades físicas y mecánicas	Asentamiento Resistencia a la compresión y flexión



CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según el estudio de Nowak-Michta (2020) titulado «Análisis del impacto de los aditivos aireantes y superplastificantes en la resistencia a la compresión del hormigón», un método típico para aumentar la resistencia del hormigón a la congelación y descongelación es incluir un agente aireante en la mezcla. Sin embargo, este proceso reduce la resistencia a la compresión del producto final. Las investigaciones han demostrado que la resistencia a la compresión del hormigón disminuye un 5,5 % por cada aumento del 1 % en el contenido de aire, lo que concuerda con la correlación negativa observada tanto en estudios teóricos como prácticos. Teniendo en cuenta las cualidades de la mezcla de hormigón y la estructura final, es importante evaluar cuidadosamente el uso de superplastificantes, ya que desempeñan un papel importante en la rápida disminución de la resistencia a la compresión. La adición de aire al hormigón aumenta su resistencia. El objetivo principal de este estudio es determinar el efecto de un superplastificante y un aditivo aireante sobre la resistencia a la compresión. Se utilizaron ocho conjuntos separados de muestras de hormigón, algunas con aire incorporado y otras sin él, para recopilar los datos del experimento. La



composición elemental de las muestras de hormigón fue uniforme en todos los casos. Para alcanzar las clases de consistencia S1, S2, S3 y S4, el hormigón se mezcló con aire y se ajustó la concentración del aditivo incorporador de aire utilizando un superplastificante.

«Castillón y Barrios». El objetivo principal de esta investigación fue comparar la resistencia a la compresión de muestras de hormigón fabricadas con cementos de tipo I y tipo III, tanto con aceleradores y retardadores como sin ellos. Nuestra meta principal era desarrollar una mezcla de hormigón capaz de soportar presiones de hasta 4000 psi. Para facilitar la investigación, se reunieron cemento, productos químicos y grava, entre otros componentes necesarios. Utilizamos NTC 176 para los áridos gruesos y NTC 236 para los áridos finos con el fin de analizar los áridos antes de realizar la mezcla. La siguiente etapa para preparar las mezclas de hormigón consistió en realizar ensayos de asentamiento, de acuerdo con los pasos indicados en la norma NTC 396, por ejemplo. A continuación, se comprobó la resistencia a la compresión de las mezclas de hormigón con los valores establecidos en la norma NSR 10 del Código Nacional de Edificación. Según el estudio, tras 28 días, las adiciones alteraron significativamente la composición y el nivel de resistencia de la mezcla. En lo que respecta específicamente a la relación agua-cemento, el estudio reveló que la resistencia a la compresión del hormigón se reducía cuando se le añadía un retardador reductor de agua. La presencia o ausencia de aditivos no tuvo ningún efecto sobre la resistencia a la compresión de la mezcla de hormigón a base de cemento tipo I. El incumplimiento de la relación agua-cemento estipulada en el diseño provocó una disminución del rendimiento. Independientemente de si se utilizaron aditivos, la resistencia a la compresión del hormigón mezclado con cemento tipo III aumentó de forma constante. Las partículas de cemento tipo III tienen una superficie mayor que puede hidratarse y absorber mejor el agua, por lo que lo que estamos observando tiene sentido. En consecuencia, la resistencia a la compresión del cemento tipo III aumenta más rápidamente debido a su menor tiempo de curado. Esta investigación destaca la necesidad de seguir las

instrucciones del fabricante al utilizar aditivos. Para mantener la resistencia del hormigón, es fundamental ajustar las cantidades según las proporciones indicadas.

«Variación de la resistencia a la compresión axial del hormigón de cemento Portland con la adición de detergente como aditivo aireante» (Efectos de la adición de detergente como aditivo aireante sobre la rigidez y el peso específico del hormigón) fue un artículo científico publicado en 2019 que investigó estos efectos. Se analizaron dos muestras mediante compresión axial y pesaje; una muestra se dejó sin tratar, mientras que a las otras dos se les añadió detergente en concentraciones del 0,125 % y el 0,25 % en peso del cemento, respectivamente. Al aumentar la proporción de detergente con respecto al cemento, el peso y la resistencia de la mezcla disminuyeron exponencialmente. La reducción de la cantidad de agua necesaria también mejoró la trabajabilidad de la mezcla. La investigación muestra que, dado que el detergente es un tensioactivo, puede disolver el aire. Si bien este agente incorporador de aire mejora la trabajabilidad de la mezcla cuando se mezcla en estado fresco, también disminuye la resistencia a la compresión y reduce la cantidad de agua necesaria.

2.1.2 Antecedentes nacionales

En 2017, Fabián Este estudio se propuso examinar a fondo los efectos de los aditivos aceleradores del fraguado en la resistencia a la compresión del hormigón en las zonas altas andinas de Huánuco. Su título, «Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del hormigón utilizando cinco aditivos aceleradores del fraguado en las zonas altas andinas de Huánuco», refleja el alcance de la investigación. Utilizando una estrategia descriptiva, experimental y analítica, el estudio llevó a cabo una investigación cuantitativa. Las ubicaciones desde donde se tomaron las muestras para el ensayo de compresión constituyeron la población del estudio. Gelleycancha, Shiqui y Pulpuliag fueron las zonas designadas tanto para la población como para la muestra del estudio. Los materiales se sometieron a pruebas a intervalos de 7, 14 y 28 días con un aditivo acelerador de fraguado.



Al examinar las capacidades de Shiki y Pulpuliag en particular, los resultados de las pruebas realizadas en Gelleycancha se desviaron significativamente de los patrones previstos. Se observó una resistencia final de 204,80 kg/cm² en ausencia de aditivo durante la prueba de rotura de muestras en el experimento de Gelleycancha. Sin embargo, al añadir un aditivo acelerador, la resistencia final aumentó a 220,33 kg/cm². Aunque comparable a los resultados obtenidos en Gelleycancha, la investigación de Shiki arrojó mejores resultados que la de Pulpuliag. Sin aditivos, la resistencia final durante la prueba de rotura en el campo de Shiki fue de 206,55 kg/cm². Sin embargo, la resistencia final fue de 219,50 kg/cm², ya que se añadió un ingrediente acelerador. En comparación con Shiki y Gelleycancha, los resultados de las pruebas de contexto de Pulpuliag fueron inferiores a lo esperado. Pulpuliag descubrió que, sin aditivos, la prueba de rotura de la muestra reveló una resistencia final de 206,59 kg/cm². Sin embargo, al añadir un aditivo acelerador, la resistencia final aumentó a 226,58 kg/cm². En conclusión, el estudio demostró que los aditivos aceleradores podrían mejorar la resistencia a la compresión del hormigón en las regiones andinas altas de Huánuco. No obstante, la ubicación exacta de las pruebas podría influir en los resultados.

Según Vela y Morales (2019), quienes llevaron a cabo una investigación técnica, es posible utilizar cemento ligero y hormigón con arena. Este tipo de hormigón está compuesto por áridos finos con un módulo de finura medio de 1,31, perlas de poliestireno expandido con un tamaño nominal máximo de 1/4", cemento Portland, agua y aditivos. No obstante, es de suma importancia desarrollar normas reguladas para su administración y determinar la dosis ideal. Utilizando una mezcla de hormigón estandarizada, nuestro objetivo es medir los efectos de diferentes concentraciones de los aditivos aireantes y superplastificantes, concretamente EucoCell 1000 y Neoplast 8500 HP, respectivamente. La relación agua-cemento, el porcentaje de áridos finos y el contenido de perlas de poliestireno se mantendrán constantes durante todo el experimento. Se analizaron las cualidades de una mezcla de hormigón que incluía un aditivo Neoplast/EucoCell y una relación en peso de



cemento de 0,006 y 0,00, respectivamente. Con un nivel de confianza del 95 %, los resultados demostraron una resistencia a la compresión de 195 kg/cm² y una densidad de 1632,71 kg/m³ después de 28 días. El análisis estadístico reveló una asociación del 1,1 % entre la presencia de Neoplast y la resistencia a la compresión del hormigón. Por otro lado, se determinó que Eucocell era innecesario para esta configuración específica. También se realizó un análisis estadístico con un nivel de confianza del 95 %. La muestra presentó un módulo de elasticidad de 206 910 kg/cm², una resistencia al corte de 35,15 kg/cm² y una resistencia a la flexión de 15,09 kg/cm² 28 días después. Los resultados de la resistencia a la compresión del hormigón ligero no estructural son superiores a los considerados aceptables según las directrices de la Asociación de Cemento Portland.

«Influencia de tres aditivos aceleradores en el desarrollo de la resistencia a la compresión en hormigón $f_c = 175$ kg/cm² y 210 kg/cm²», artículo científico publicado en 2019 por Gómez et al., examinó los efectos de tres aditivos aceleradores diferentes en el desarrollo de la resistencia a la compresión del hormigón con $f_c = 175$ kg/cm² y 210 kg/cm² en Chachapoyas. El estudio utilizó un diseño experimental y un método de muestreo probabilístico que requirió la ejecución de las unidades experimentales tres veces. Se estudiaron los aditivos Sika R Sem Accelerante Pe, Z Fragua N° 05 y Chema 3 con el fin de aumentar la resistencia inicial del hormigón con $f_c = 175$ kg/cm² y 210 kg/cm². Para encontrar el mejor aditivo, se obtuvieron muestras con concentraciones del 2,5 %, 3 % y 3,5 % de aditivo, según la cantidad de cemento utilizada. Para comparar la resistencia con los datos de las muestras sin aditivos, se realizaron ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días. Los resultados se analizaron con el software SPSS para determinar los índices de correlación. El acelerador de acción más rápida que aumentó significativamente la resistencia inicial del hormigón fue Sika R Sem Accelerante Pe. Según los resultados de este estudio, que compara y evalúa tres aditivos aceleradores diferentes, el aditivo de la marca Sika es la mejor opción.



2.1.3 Antecedentes locales

Quispe y Folles (2021) Centrándose en la zona de Ananea, en Puno, esta investigación pretende evaluar la adición de un aditivo aireante al hormigón con el fin de determinar la cantidad necesaria para el refuerzo a bajas temperaturas (210 kg/cm²) en este material. Dado que Ananea tiene un clima adverso durante todo el año, con temperaturas difíciles de prever, esto es de suma importancia. La resistencia del hormigón a los 28 días, sin la inclusión de un elemento incorporador de aire, fue de 162,05 kg/cm². Cuando se añadió el ingrediente aireante, la resistencia disminuyó a 223,61 kg/cm² para 15 g y a 222,50 kg/cm² para 40 g. Se observó una mejora significativa de la resistencia de 210 kg/cm² en el hormigón fabricado y curado a temperaturas ambiente más bajas utilizando aditivos aireantes.

En 2018, Gonzáles El objetivo de este estudio, titulado «Evaluación del uso de aditivos aireantes en la fabricación de hormigón sometido a bajas temperaturas en la región de Puno», es examinar cómo estos aditivos afectan al hormigón, más concretamente a su fraguado y endurecimiento. Para este análisis se utilizaron 45 muestras cilíndricas de hormigón, asignadas a una de cuatro categorías. Un grupo no recibió ningún aditivo, mientras que a los demás se les añadió Sika Aer, Chema Entrampaire o Z Aer. En este estudio se investigaron tanto la resistencia a la compresión del hormigón como los efectos de los aditivos. Todas las muestras de ensayo se mantuvieron en un lugar frío y oscuro durante toda la noche mientras se encontraban en proceso de formación y solidificación. Tras el examen inicial, se realizaron ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días. La investigación reveló que, en comparación con el hormigón normal, la inclusión de estos aditivos mejora la calidad del hormigón a bajas temperaturas. Además, se examinaron a fondo las ventajas y desventajas del uso de productos químicos incorporadores de aire en el hormigón en comparación con el hormigón normal. El objetivo general del estudio era poner de relieve las ventajas y desventajas de estos productos.



El objetivo de la investigación de Calloapaza (2021), titulada «Estudio comparativo de la resistencia a la compresión del hormigón $f'c=210$ kg/cm² con los aditivos Chema 3 y SikaCem Acelerante PE, Juliaca -2021», es determinar las tensiones de rotura del hormigón con una densidad de 210 kg/cm³ cuando se añaden el acelerador PE y Chema 3. Se utiliza un tipo de orden fundamental, un diseño experimental, un enfoque cuantitativo y una técnica de nivel explicativo de la naturaleza. Tras siete días de curado, la muestra de referencia presentó un porcentaje medio de resistencia del 62,49 %, el aditivo Chema 3 un 89,79 % y el aditivo acelerador Sikacem un 91,65 %, según los datos. Los porcentajes correspondientes tras 14 días de curado fueron del 85,03 %, 103,13 % y 105,59 %. Los porcentajes correspondientes tras 21 días de curado fueron del 107,21 %, 102,78 % y 88,43 %. Los porcentajes finales fueron del 105,32 %, 115,46 % y 114,27 % tras 28 días de curado, respectivamente. Según los resultados, el uso de los aditivos aceleradores PE SikaCem y Chema 3 mejoró la resistencia del hormigón y permitió alcanzar más rápidamente la resistencia objetivo.

2.2 Marco teórico

2.2.1 El Concreto

En el año 2000, fuentes académicas de Riva afirman que el hormigón es un material de ingeniería con notables cualidades mecánicas que se fabrica combinando cuidadosamente determinados ingredientes en cantidades exactas. Según Carbajal (1998), el hormigón se obtiene mezclando en diferentes proporciones cemento, agua, áridos y aditivos (si son necesarios). En su forma más pura, el hormigón tiene la cualidad intrínseca de ser flexible y moldeable. Sin embargo, sufre una metamorfosis a lo largo de su transformación, convirtiéndose en una sustancia sólida e inflexible con una resistencia excepcional a la compresión. Como resultado de esta cualidad, el hormigón tiene una larga duración cuando se utiliza en la construcción. La página 11 examina las ideas del autor sobre el relativismo cultural y su relación con la antropología. Por lo tanto, los tres

ingredientes principales del hormigón son partículas, agua y cemento, que se combinan mediante una reacción química para formar una pasta. Las características deseadas determinan la opción discrecional de utilizar o no aditivos en el hormigón. Como ya se ha dicho, los áridos finos y gruesos se unen en la pasta de hormigón, que se obtiene mezclando cemento Portland con agua. Cuando se mezclan varios ingredientes, se forma un líquido fluido. Esta sustancia se solidifica y acaba adquiriendo el aspecto y el tacto de una formación geológica. Esto se debe a la reacción química entre el cemento y el agua.

El hormigón se ha convertido recientemente en el material de construcción preferido en Perú. El conocimiento que tienen los ingenieros de las cualidades de los materiales utilizados para fabricar el hormigón es fundamental para la calidad final del material. Sin embargo, aún quedan por descubrir algunas facetas del hormigón. Entre ellas se encuentran las cualidades de los materiales utilizados, su procedencia, el cálculo meticuloso de las proporciones, los métodos empleados para su instalación y mantenimiento, y los procedimientos e inspecciones de control de calidad esenciales para garantizar el cumplimiento de las normas establecidas.

Se cree que el problema en cuestión se originó porque la pasta de cemento estaba demasiado diluida debido a la adición excesiva de agua a la mezcla. Cabe señalar que el agua de la mezcla se disuelve durante la producción, lo que modifica las características del hormigón recién mezclado y curado.

Figura 1

Concreto en la construcción



2.2.2 Fundamentos para el concreto.

La combinación de pasta y áridos y sus métodos de unión son los principales factores que determinan la calidad del hormigón. Según Kosmatka et al. (2004), en la página 2, se obtiene un hormigón de alta calidad cuando la pasta recubre completamente todas las partículas de áridos, independientemente de su tamaño, y rellena todos los huecos entre ellas.

Un hormigón bien endurecido es el resultado de una proporción adecuada de agua y cemento. Añadir más agua a una mezcla con la misma cantidad de cemento da como resultado un hormigón de menor calidad, ya que la proporción de agua y cemento es inversamente proporcional a la calidad del hormigón. El exceso de agua en la fórmula diluye la pasta de cemento. Los aditivos químicos pueden diluirse en el hormigón recién mezclado y curado para modificar sus propiedades.

2.2.3 Componentes para el concreto.

2.2.3.1 Cemento

Debido a su función como agente aglutinante que facilita la unión química de diferentes materiales, el cemento es una herramienta esencial en el sector de la construcción. Esta sustancia se obtiene a partir de una combinación de arcilla y piedra caliza que se muele y se calcina. La solidificación se produce cuando esta mezcla específica se expone al agua. Cuando se forma por primera vez, el cemento es un material delicado y finamente pulverizado. Sin embargo, cuando entra en contacto con el agua, pasa por un proceso denominado solidificación. Esto hace que se solidifique y se adhiera a otras cosas, haciéndolas más cohesivas. El cemento se utiliza con mayor frecuencia en combinación con otros materiales, como la arena y la grava, para crear un material compuesto llamado hormigón. Además, dado que puede solidificarse y curarse cuando se expone al agua, el cemento podría considerarse una sustancia hidráulica.



El cemento tiene varios usos relacionados con la arquitectura, la planificación urbana y la construcción. El cemento fue un material de construcción muy popular que experimentó un enorme crecimiento en el siglo XX. Los científicos franceses Vicat y Le Chatelier, con la ayuda del científico alemán Michaélis, fueron de los primeros en fabricar cemento de alta calidad de forma constante. Además, Juergen Heinrich Magens desempeñó un papel fundamental en este campo con la creación del molino tubular, los métodos para transportar el hormigón recién mezclado y el horno rotatorio para la calcinación. Entre 1903 y 1907, Magens obtuvo las patentes de estas innovaciones tecnológicas.

El ingrediente principal del hormigón (y de algunos tipos de mortero) es el cemento, un aglutinante muy eficaz. Cuando el hormigón se expone al agua, se produce un proceso químico conocido como fraguado, que hace que se solidifique. Todas las propiedades mecánicas, químicas y físicas del hormigón nacen y se desarrollan a lo largo de este proceso. El cemento constituye entre el 10 % y el 20 % del peso del hormigón, lo que sigue siendo una cantidad significativa.

En el sector de la construcción, el cemento desempeña una función importante como sustancia inorgánica que une, fija o recubre una gran variedad de superficies, como paredes y suelos. Ya se trate de una pequeña reforma o de una nueva construcción a gran escala, este material de construcción es sin duda importante.

La palabra «cemento» proviene del latín «caementum». En un principio, la palabra «mortero» indicaba su función más básica. Los romanos eran únicos entre las civilizaciones antiguas porque sabían cómo emplear el cemento como material de construcción para crear edificios enormes, por lo que este tipo de cosas ocurren constantemente.

En la construcción, el cemento tiene varios usos. Las paredes básicas, las grandes estructuras arquitectónicas y los proyectos de infraestructura a gran escala, como los puentes, se construyen utilizando este proceso. Pero hay que tener en cuenta que el material utilizado para construir las paredes de un edificio no puede ser el mismo que se utiliza para

construir todo el edificio. Bajo ninguna circunstancia se debe precipitarse en el proceso de selección del cemento. También puede ser peligroso.

El cemento es un material importante en el sector de la construcción, ya que permite la producción de hormigón. Dado que el cemento permite mezclar áridos y arena para formar una mezcla cohesionada, su presencia es esencial para la mezcla de estos dos materiales.

Las diferentes variedades de cemento tienen propiedades diferentes que los hacen útiles en distintos contextos. A continuación, se enumeran los distintos tipos de cemento y sus múltiples aplicaciones. La industria de la construcción depende en gran medida del cemento Portland, el tipo más común de cemento hidráulico.

Figura 2

Cemento para el hormigón



2.2.3.1.1 Tipos de cementos

a) Cemento Portland

Se pueden construir estructuras resistentes y duraderas utilizando cementos hidráulicos como el cemento Portland, áridos, agua y fibras de acero. Más que cualquier otro sector económico, la industria de la construcción depende de este tipo de cemento en particular.

La trituración de la piedra caliza y la arcilla es el primer paso en la fabricación del cemento Portland. Los siguientes pasos incluyen la calcinación y otros procesos.



El proceso de fabricación del cemento Portland utiliza los siguientes ingredientes: óxido de silicio, óxido de magnesio, óxido de aluminio, óxido de calcio y óxido de hierro, que constituyen el 44 % del total.

Se cree que el famoso constructor Joseph Aspdin creó el cemento Portland alrededor de 1824. Este tipo de cemento recibió su nombre porque se parece mucho a las piedras que se encuentran en la isla británica de Portland, al sur del país. La mezcla de las materias primas, el tratamiento térmico y la fabricación del producto acabado son las tres etapas sistemáticas que componen el proceso de producción del cemento Portland.

El cemento Portland moderno se presenta en varias variantes, cada una con sus propias ventajas que amplían las posibles aplicaciones del material. Es posible diferenciar entre muchos tipos de cemento Portland de uso común, entre los que se incluyen:

El tipo de cemento más común en la actualidad es el OPC, o cemento Portland ordinario. Si su proyecto requiere cemento, pero no especifica ninguna propiedad concreta, este tipo es el adecuado.

El término «puzolana» se refiere a una amplia variedad de cenizas volcánicas y materiales similares que se utilizan ampliamente en la construcción. Las cualidades cementantes de la puzolana, un material volcánico natural, se combinan con las del clinker Portland para crear el cemento Portland (PPC).

La capacidad de una sustancia para resistir los efectos nocivos de los sulfatos se denomina resistencia al sulfato. Un tipo de cemento hidráulico que encuentra una amplia aplicación en proyectos de construcción es el cemento Portland. Una amplia variedad de componentes y estructuras de construcción que requieren resistencia a los ataques de álcalis y sulfatos utilizan este tipo de cemento en particular. Las tuberías, losas, alcantarillas y la infraestructura portuaria son solo algunos ejemplos de las muchas estructuras que pueden beneficiarse de estas aplicaciones.



Un tipo mejorado de cemento Portland, conocido como cemento Portland de fraguado rápido, tiene tiempos de fraguado y endurecimiento más rápidos que el cemento Portland normal. Este tipo de cemento es ideal para situaciones con bajas temperaturas y fuertes precipitaciones, así como para la construcción de edificios sumergidos.

Además de su excelente resistencia a la penetración del agua y su capacidad para soportar bajas temperaturas, el cemento Portland también tiene grandes cualidades de resistencia. También ofrece un alto grado de adaptabilidad, por lo que puede utilizarse en una gran variedad de proyectos de construcción sin tener que cumplir criterios rígidos.

Con el cemento Portland se pueden obtener resistencias iniciales tanto normales como extraordinarias. Existen muchas formas de comprobar la resistencia del hormigón tras 7 o 28 días de introducir este componente concreto en el proceso de producción.

El cemento Portland es conocido por su gran calidad y adaptabilidad. Este material tiene varios usos en la industria de la construcción, entre ellos la eliminación eficaz de encofrados durante la fabricación de bloques de hormigón, adoquines, ladrillos y edificios de hormigón armado.

El sector de la construcción valora enormemente el cemento Portland por su multifuncionalidad, durabilidad y propiedades de larga duración. Fue en 1824 cuando un albañil inglés obtuvo la patente de lo que se conocería como cemento Portland. La razón es que algunas composiciones de cemento dan al hormigón un tono muy similar al de la piedra caliza. Las islas Portland, en el sur de Inglaterra, son la fuente de la piedra caliza que se extrae de las canteras.

El cemento Portland, componente importante en el desarrollo y el éxito de los países, suele estar vinculado a la industria de la construcción. Es fundamental abordar y mitigar los impactos ambientales relacionados con su uso a largo plazo. Como resultado, se han desarrollado numerosas estrategias para reducir el impacto de las actividades de la empresa en la eficiencia energética y la contaminación.

Figura 3

Tipos de cemento portland

**2.2.3.2 Agregados en el concreto**

El cemento, el agua, las partículas y los aditivos se mezclan en cantidades exactas para formar el hormigón, un material compuesto. El material sufre una metamorfosis, pasando de un estado flexible y maleable a uno solidificado, volviéndose cada vez más inflexible a medida que avanza el proceso de fraguado. El hormigón se transforma en un material con varias propiedades deseables a través de este proceso, lo que lo convierte en una excelente opción para proyectos de construcción. «Riva Enrique» (2000).

Es necesario conocer a fondo los áridos, incluidos sus componentes y cómo interactúan entre sí, para poder explotarlos y comprenderlos. La capacidad de los áridos para transmitir sus propiedades intrínsecas al producto final es responsable de la aparición de este fenómeno.

Los áridos y otros sólidos sufren cambios de volumen debido a la expansión y contracción térmica. Además, hay que tener en cuenta que estas construcciones pueden corroerse o agrietarse fácilmente a niveles de tensión superiores a su capacidad de carga máxima.

El conocimiento del material y de su funcionamiento determina su comportamiento en los áridos y si se obtienen o no los efectos deseados. Debido a que el árido se aplicó a

mano y se ignoraron los conocimientos técnicos y científicos necesarios para controlar la producción del hormigón, no se lograron los resultados deseados.

Figura 4

Agregados en el concreto



2.2.3.2.1 Características de los agregados

Los elementos inertes conocidos como áridos se unen mediante pasta de cemento para formar un componente resistente y duradero. Dado que los áridos constituyen el 75 % del hormigón, su calidad influye en las propiedades finales de este. La expresión «material inerte» se utiliza para caracterizar los compuestos químicos que no reaccionan químicamente ni con el agua ni con el cemento. Las cualidades finales del hormigón vienen determinadas en gran medida por estos componentes, que son en su mayoría no reactivos. Cuando se requieren propiedades como la resistencia, la conductividad y la durabilidad, estos materiales pueden considerarse tan importantes, si no más, que el cemento.

Según Rivera López (2000), un agregado adecuado para la fabricación de hormigón es aquel que no tiene un impacto directo en el rendimiento y las cualidades del hormigón, ya sea fresco o endurecido, a pesar de su gran resistencia (p. 41).

El tipo y la calidad del agregado influyen significativamente en el volumen fresco y endurecido de la mezcla de hormigón, en su rentabilidad y en otras propiedades importantes (Kosmatka, y Tanesi, 2004, p. 103).

2.2.3.2.2 *Clasificación de los agregados para el concreto*

La clasificación de los áridos para hormigón consiste en agrupar los componentes de piedra según su tamaño, forma y propiedades distintivas. La clasificación es esencial para estimar las proporciones correctas de áridos para las mezclas de hormigón, a fin de cumplir los criterios de resistencia y durabilidad.

a. Por su procedencia.

Partículas orgánicas. Cuando se habla de los ingredientes que se utilizan para fabricar hormigón y mortero, la expresión «áridos naturales» describe la piedra que se utiliza. Estos materiales se obtienen de canteras, lechos de ríos, depósitos de grava y arena, y otros lugares naturales. La arena, la grava, la piedra triturada y las formaciones rocosas más grandes son ejemplos de áridos, que son componentes esenciales tanto del mortero como del hormigón.

Entre las muchas características que describen exhaustivamente los áridos naturales se encuentran las siguientes:

- ✓ Los áridos que se consideran naturales no han sido sometidos a un procesamiento o trituración rigurosos, ya que proceden de fuentes naturales. Las canteras, los lechos de los ríos, los depósitos aluviales y otras formaciones geológicas similares son las fuentes de los materiales utilizados en este contexto. Variedad de tipos: están disponibles en una gran variedad de tamaños y formas. Los áridos derivados de la naturaleza pueden ser desde arena y grava hasta piedra triturada y roca, y pueden tener cualquier tamaño o forma imaginable. La elección del tipo de árido que se utiliza depende de las especificaciones de cada proyecto.
- ✓ Numerosos factores, entre ellos la composición mineral, la densidad, la forma, la textura y la dureza, conforman las características físicas y



geológicas de los áridos naturales. En última instancia, estas diferencias pueden influir en el comportamiento del hormigón.

- ✓ La preparación de los áridos naturales para su uso en mezclas de hormigón requiere menos trabajo que la de los materiales reciclados o sintéticos. Para eliminar las sustancias y partículas no deseadas, la mayoría de las personas emplean una técnica que consiste en el cribado y el lavado. El hormigón estructural, el mortero, los materiales de pavimentación, los rellenos y los sistemas de drenaje son solo algunos de los muchos usos relacionados con la construcción de los áridos naturales. Para mantener unos altos estándares de calidad y seguridad, es esencial que el sector de la construcción cumpla con la legislación. En este sentido, es de suma importancia seguir las leyes y normas de calidad específicas para los áridos naturales. Entre los criterios a los que hacen referencia estas normas se encuentran el tamaño, la forma, la limpieza y otras características pertinentes.
- ✓ Las piedras procedentes de fuentes naturales y utilizadas en diversos proyectos de construcción se conocen como áridos naturales. Existe una gran variedad de materiales disponibles, cada uno con sus propias características que los hacen ideales para determinadas tareas de construcción. Gracias a ello, el hormigón y el mortero son más resistentes, duraderos y fáciles de trabajar.

Materiales aglutinantes sintéticos. El término «áridos artificiales» puede referirse a productos de piedra que no se extraen de fuentes naturales, sino que se crean mediante técnicas industriales. La industria de la construcción depende en gran medida de los áridos, que son esenciales para la fabricación de hormigón y mortero. Están diseñados principalmente para satisfacer determinadas necesidades relacionadas con su tamaño, forma y propiedades.



El proceso organizado y regulado de fabricación de artículos o prestación de servicios se conoce como producción controlada. La producción de áridos artificiales se diferencia de la de los áridos naturales en que requiere entornos industriales, técnicas de fabricación meticulosas y materias primas cuidadosamente seleccionadas.

Diferentes tipos de productos: Los áridos ligeros, los áridos pesados, los áridos reciclados y los áridos sintéticos fabricados específicamente son algunos de los muchos tipos de áridos artificiales.

Las características controladas de un agregado sintético incluyen su tamaño, morfología, propiedades mecánicas, densidad aparente y otras características que se fabrican expresamente para cumplir con los requisitos preestablecidos. Esto hace que la mezcla sea más consistente al fabricar hormigón o mortero.

La producción de agregados sintéticos implica el uso de una amplia gama de materias primas, entre las que se incluyen, entre otras: arcillas expandidas, perlita, vermiculita, vidrio reciclado y plástico. Las partículas de piedra se crean formando los componentes mencionados anteriormente mediante una secuencia de pasos de fabricación.

El uso de áridos artificiales está muy extendido en muchos tipos de industrias. Algunos ejemplos de estas aplicaciones son la producción de hormigón de alta resistencia, el uso de áridos reciclados para fabricar hormigón más respetuoso con el medio ambiente, la producción de hormigón ligero y la producción de áridos pesados para su uso en blindajes contra la radiación.

Para usos que requieren un control riguroso del rendimiento, los áridos sintéticos fabricados en condiciones estrictas proporcionan un conjunto homogéneo de cualidades y un nivel de calidad constante.

A fin de garantizar que estos materiales cumplan las normas de calidad necesarias, es necesario tener muy en cuenta el cumplimiento de la normativa durante todo el examen



de los áridos artificiales y naturales. Si desea saber si los áridos son adecuados para la construcción, debe realizar este paso de verificación.

Para cumplir determinados criterios de rendimiento y propiedades, la construcción y la producción de hormigón y mortero utilizan áridos artificiales, que son componentes de piedra producidos mediante procesos industriales. Estos materiales son muy adecuados para su uso en ingeniería civil y construcción debido a su adaptabilidad y a su proceso de fabricación regulado.

Los áridos naturales para la producción de hormigón no son fácilmente accesibles en determinadas regiones de nuestro país, especialmente en aquellas con una flora exuberante, como las selvas tropicales. Por lo tanto, existe una necesidad apremiante de encontrar otros enfoques, aunque no garanticen la calidad de los materiales que se buscan. Por lo tanto, deben iniciarse sin demora estudios sobre el potencial de los materiales artificiales adecuados para su uso en zonas desprovistas de áridos naturales.

b. Por su gradación.

La clasificación de las partículas según su tamaño, en particular con respecto al diámetro mayor del agregado, es lo que se entiende por «gradación». La industria del hormigón concede gran importancia a esta cualidad en particular. El consenso general en el sector es que los agregados deben clasificarse según su gradación utilizando un diámetro de 4,75 mm, que es el mismo que el de la malla estándar ASTM n.º 4. La arena, o áridos finos, es un tipo de árido que puede pasar fácilmente a través de una malla n.º 4. Por otro lado, los áridos gruesos, a menudo denominados piedra, son partículas que no pueden fluir a través de la malla y, por lo tanto, quedan retenidas en ella.

Dado que implica clasificar los áridos por tamaño mediante agitación y trituración, la clasificación mencionada anteriormente tiene razones prácticas. Los amplios sistemas de control permiten un uso eficiente y preciso de los áridos en la producción de hormigón.

c. Por su densidad.

La gravedad específica evalúa la densidad de los áridos como ligera, normal o pesada. Los áridos ligeros tienen una gravedad específica inferior a 2,5, a diferencia de los áridos normales, que se sitúan entre 2,5 y 2,75. La gravedad específica de los áridos pesados es de 2,75. Los diferentes áridos influyen de manera diferente en el hormigón, por lo que se necesitan métodos y enfoques de diseño especializados.

2.2.3.2.3 Características físicas de los agregados

La densidad, la resistencia, la porosidad, el tamaño de las partículas y la dispersión del diámetro son cualidades clave de los áridos. Todos estos componentes interactúan para determinar la granulometría del árido, o distribución del tamaño de las partículas. En la práctica, estas características se evalúan a menudo mediante una serie de ensayos. Para facilitar la creación de combinaciones, estos ensayos utilizan valores de referencia que ya han sido calculados. Es fundamental comprender a fondo sus características físicas y sus representaciones cuantitativas para optimizar el procesamiento de los agregados.

A. Condiciones de saturación

Cuando el hormigón alcanza su capacidad máxima de absorción de agua sin perder su forma ni su integridad estructural, este estado se denomina «condiciones de saturación» en la industria del hormigón. Durante el proceso de curado, el hormigón pasa por un proceso de endurecimiento y alcanza su resistencia máxima. Esta condición particular es muy importante en el mundo del hormigón. Es fundamental mantener el hormigón muy saturado durante el proceso de curado para que el cemento se hidrate lo suficiente. La resistencia final del hormigón puede verse reducida debido a una hidratación insuficiente.

Hay una serie de variables, como la temperatura, la luz solar, el flujo de aire y la humedad, que influyen en la velocidad a la que se evapora el agua de un edificio de hormigón, un aspecto que debe controlarse cuidadosamente durante el proceso de curado.



Para garantizar que las partículas de cemento se hidratan completamente y que el edificio de hormigón alcanza su resistencia óptima, deben aplicarse medidas de gestión eficaces.

Cuando un material ha absorbido toda el agua que puede, por ejemplo, se produce la saturación. Esto se aplica más generalmente a las reacciones químicas. La saturación del hormigón afecta a la resistencia a la compresión, la durabilidad y la resistencia a la fractura.

Hay una serie de variables, como la temperatura, la humedad relativa y el movimiento del aire a través del hormigón, que pueden afectar a las condiciones de saturación. Por lo tanto, para garantizar que el hormigón alcance su máxima resistencia y longevidad, es fundamental regular meticulosamente estos factores durante el curado.

B. Peso específico

El peso específico, a menudo denominado peso unitario, es una característica física que describe la relación entre la masa y el volumen de una sustancia. Se determina dividiendo la masa del elemento por su volumen. El SI expresa el valor de esta cantidad en newtons por metro cúbico (N/m^3).

En matemáticas, el concepto de gravedad particular se representa a menudo con el símbolo gamma (γ). Se puede encontrar sustituyéndolo en la siguiente ecuación: El peso específico de una sustancia, representado por el símbolo γ , es el producto de su masa y su volumen. Para calcularlo, divide el peso de la sustancia (w) por su volumen (V). En la ecuación anterior hay muchas variables para sustancias homogéneas. El peso, el volumen, la masa y la aceleración gravitatoria del material se representan con « w », « V », « m » y « g ». Una estimación típica de la aceleración gravitatoria es $9,8 \text{ m/s}^2$.

Existe una estrecha relación entre el peso específico de un material y su densidad, que se define como la relación entre la masa y el volumen. Calcule la relación entre el peso y la gravedad específica utilizando la ecuación $\gamma = \rho \cdot g$. El término g vincula la gravedad específica (γ), la densidad del material (ρ) y la aceleración inducida por la gravedad (g).



La densidad de un material y la aceleración de la gravedad se multiplican según la fórmula de la gravedad específica.

Numerosos campos, como la geología, la ingeniería y la física, dependen en gran medida del concepto de gravedad específica. La resistencia mecánica de los materiales y su capacidad de respuesta a los estímulos externos son solo dos de las muchas propiedades que pueden verse afectadas por los fenómenos mencionados. Además, en diferentes partes del mundo se experimentan diferentes aceleraciones de la gravedad, lo que puede hacer que los materiales tengan diferentes gravedades específicas.

C. Peso unitario

La división de la masa de una sustancia por el volumen ocupado por sus partículas individuales (incluidos los espacios intersticiales entre ellas) da como resultado el peso unitario de ese material. La estructura de las partículas agregadas es un factor importante que determina el peso unitario de un material, que puede variar considerablemente. Por este motivo, el agregado se evalúa de acuerdo con las normas establecidas por la ASTM C-29. La sustancia se traslada con cuidado a un recipiente de acero con volumen controlado. A continuación, se somete a golpes repetitivos con una varilla de acero lisa de 5/8" para crear tres capas de grosor uniforme, que luego se compactan. Según Carbajal (1998, p. 74), se recomienda realizar un mínimo de cinco ensayos para reducir el margen de error. Este experimento tiene como objetivo representar con precisión las cantidades variables de agregado almacenado mediante la obtención de cinco mediciones independientes del peso unitario de las muestras de agregado. Las variaciones producidas por la segregación pueden registrarse con precisión utilizando este método. Pasquel Carbajal (1998, p. 76) afirma que los pesos unitarios de los áridos utilizados en la construcción con hormigón suelen situarse entre 1500 y 1700 kg/m³.

D. Porcentaje de vacíos

El «porcentaje de huecos» de una muestra de hormigón es la proporción de material que es espacio vacío. Una nube de aire o agua puede acumularse en el espacio vacío entre las partículas. El porcentaje de huecos es una estadística importante que puede afectar a la resistencia mecánica, la durabilidad y otras propiedades del hormigón.

Al dividir el volumen de los huecos de la muestra de hormigón por su volumen total, podemos obtener el porcentaje de huecos. Esta medida, que se expresa en porcentaje, se determina sustituyendo los números en la siguiente fórmula:

Si se divide el volumen que ocupan los huecos por el volumen total y se multiplica el resultado por 100, se obtiene el porcentaje de huecos. El «volumen de huecos» de una muestra de hormigón es la cantidad en que su volumen total es inferior al volumen ocupado por sus componentes sólidos, como el cemento y los áridos.

Hay una serie de variables que influyen en el índice de vacíos, como el tamaño y la forma de las partículas de los áridos, la relación agua-cemento, el método de compactación y el procedimiento de curado. El hormigón pierde parte de su resistencia y durabilidad cuando el índice de vacíos es demasiado alto. Por otro lado, la trabajabilidad del hormigón puede verse comprometida por un índice de vacíos inadecuado.

Debe saber que el índice de vacíos es una propiedad medible del hormigón endurecido. Para determinar el índice de vacíos en el hormigón endurecido se pueden utilizar métodos de ensayo estándar, como la norma ASTM C 642. Este método se centra en comprobar el índice de vacíos del hormigón endurecido. La densidad, el porcentaje de absorción y el porcentaje de huecos se investigan utilizando este enfoque.

E. Absorción

La absorción es el proceso por el cual los agregados pueden absorber agua, llenando una gran parte del espacio vacío dentro de cada partícula. La función principal de los agregados es llenar los espacios intersticiales dentro de las partículas con el agua que entra.



La idea de la capilaridad, en la que el aire queda atrapado en áreas que no están completamente llenas, permite que se produzca este fenómeno. Esta propiedad es importante porque afecta al proceso de absorción, lo que reduce el contenido de humedad en la mezcla de hormigón. Por lo tanto, las características tanto del hormigón recién mezclado como del completamente curado se ven afectadas por este cambio. En consecuencia, este factor debe tenerse en cuenta de forma sistemática para que los ajustes necesarios se apliquen con éxito (Pasquel Carbajal, 1998, p. 76).

F. Porosidad

Independientemente del tamaño o la categorización de las partículas del agregado, la porosidad es la medida de los espacios vacíos dentro de cada una de ellas. Debido a su papel fundamental en la estructura interna de las partículas del agregado, esta característica tiene un impacto sustancial en muchas otras propiedades y características del agregado. En este momento, no existe un método internacionalmente aceptado para determinarla que haya sido desarrollado por la ASTM. Sin embargo, su eficacia puede evaluarse mediante otros métodos empíricos más complejos, que proporcionan resultados útiles en un sentido más amplio.

Pasquel Carbajal (1998) sentó las bases del proceso, que consiste en determinar la absorción del agregado. Dado que los poros de las partículas no están suficientemente saturados, este método suele arrojar una evaluación de la porosidad un 10 % inferior al valor real.

G. Humedad

La cantidad de agua que permanece en la superficie de las partículas del agregado determina las características relacionadas con el agregado. La absorción del agregado es importante porque puede aumentar el contenido de humedad de la mezcla de hormigón. Para garantizar que el contenido de agua sea el adecuado, es esencial calcular el porcentaje



de absorción total, de modo que se puedan ajustar las proporciones de la mezcla en consecuencia. En 1998, Pasquel Carbajal afirmó (p. 77).

2.2.3.2.4 Características resistentes del agregado

a) Resistencia

Los objetos suelen someterse a ensayos de resistencia a la compresión para determinar su resistencia al cizallamiento, la tracción, la compresión y la flexión. Las probetas deben ser de alta calidad y tener unas dimensiones adecuadas para poder utilizarlas con el equipo de ensayo y que este resulte satisfactorio. Se prepara una muestra sólida para el ensayo perforándola o serrándola.

Los áridos ligeros suelen tener una resistencia a la compresión de entre 200 y 750 kg/cm², mientras que los áridos estándar suelen tener un rango de entre 750 y 1200 kg/cm².

La calidad de los áridos tiene un impacto significativo en la resistencia del hormigón. Según Pasquel Carbajal (1998), en la página 78, es fundamental evaluar minuciosamente los áridos para mejorar la calidad del hormigón.

b) Tenacidad

A diferencia de los métodos cuantitativos, los enfoques cualitativos se utilizan para evaluar la dureza del agregado. En los estudios cuantitativos, la resistencia al impacto se evalúa midiendo el agregado, pero en los estudios cualitativos se examinan la angularidad y la rugosidad de la superficie. Según Pasquel Carbajal (1998), p. 78, el proceso de trituración del hormigón depende en gran medida de sus propiedades.

c) Dureza

La dureza agregada se determina probando la resistencia de las partículas agregadas a la abrasión por fuentes externas, según las normas ASTM C-131 y C-535. La máquina de abrasión de Los Ángeles es una herramienta habitual para determinar la dureza de los áridos, ya que mide su resistencia a la abrasión. El dispositivo está compuesto por un armazón cilíndrico metálico que contiene los áridos, junto con doce esferas de acero que

varían en tamaño, con un diámetro de 46,8 mm y un peso de entre 390 y 445 gramos. La máquina gira en un rango restringido de 100 a 500 revoluciones, lo que hace que las partículas del agregado y las esferas entren en contacto entre sí. Las mediciones de dureza se basan entonces en el grado de desprendimiento de la superficie del material (Pasquel Carbajal, 1998, p. 79).

2.2.3.2.5 *Sondeo y explotación de canteras*

A la hora de elegir un agregado, es fundamental determinar la idoneidad de una cantera para un proyecto concreto. Este es el procedimiento estándar para seleccionar y explotar canteras:

1. En primer lugar, se realiza un estudio exhaustivo para identificar las canteras cercanas al lugar de producción del hormigón. Las canteras que se evalúan pueden ser naturales o artificiales. A la hora de elegir la ubicación de la planta de procesamiento, es importante seleccionar canteras que sean fácilmente accesibles.
2. Cuando se inspecciona físicamente el emplazamiento, se excavan pozos de excavación para determinar el perfil estratigráfico del agregado y la distribución del tamaño de las partículas.
3. Por cada 2500 metros cuadrados de superficie, excave un pozo de prueba para analizar la variabilidad del agregado.
4. El objetivo general del estudio es determinar cómo se distribuyen los productos químicos de más de 6 pulgadas de tamaño y si pasan o no por los tamices n.º 4 y n.º 200. Gracias a esta investigación, podemos averiguar cuánta piedra y arena hay en el material. Además, evaluaremos si es necesario lavar la tela. En resumen, podemos utilizar estas cifras para calcular la viabilidad económica de la explotación de la cantera.



5. En quinto lugar, el estudio de las propiedades físicas y químicas del material es fundamental para determinar la rentabilidad de la explotación. Los resultados de este estudio serán muy útiles para tomar decisiones.
6. Se requiere un gráfico que represente la disposición de la cantera, con todas las excavaciones marcadas y sus profundidades estudiadas en detalle. También se debe incluir una evaluación de la capacidad de la cantera para generar energía.
7. Es necesario retirar la capa superficial para eliminar adecuadamente cualquier posible contaminación antes de comenzar la explotación de la cantera.
8. Por cada 1000 m³ de material recogido, se debe realizar una evaluación de control de calidad para determinar la uniformidad y variabilidad del agregado.
9. La identificación de los materiales finos y gruesos debe formar parte del proceso de extracción con el fin de proporcionar una amplia variedad de mezclas de tamaños de grano. Con esta tecnología se pueden realizar diferentes diseños con diferentes valores de tamaño máximo de áridos.
10. Dado que apilar los áridos extraídos unos encima de otros pueden provocar segregación y cambios en el tamaño de las partículas, es fundamental realizar una evaluación exhaustiva de las técnicas de almacenamiento.
11. El transporte de áridos, que separa los materiales y aumenta su composición fina, es una realidad omnipresente e inevitable.

En conclusión, deben establecerse instalaciones adecuadas para el almacenamiento de áridos en el lugar de producción del hormigón, con el fin de reducir el impacto de cualquier efecto externo que pueda alterar o distorsionar las características de los áridos. Para mantener la calidad general del hormigón, es necesario tomar estas precauciones.

2.2.3.3 Aditivos en el concreto.

La norma ASTM C 125 define un aditivo como cualquier ingrediente distinto del agua, los áridos, el cemento hidráulico, el refuerzo de fibra o el cemento hidráulico que se añade al mortero o al hormigón. El ingrediente se introduce antes o durante la mezcla. Riva López (2000) descubrió que los aditivos influyen en las características del hormigón. Esto lo hace más útil, más fácil de manejar y más barato de operar (p. 264). La integración de aditivos es a menudo la forma más fácil de conseguir las cualidades del hormigón con poco presupuesto y ajustes en el diseño de la mezcla. En la construcción con hormigón con una temperatura ambiente estimada por debajo de cero, los aditivos aireantes son esenciales. Según López (2000), añadir aditivos al hormigón no reduce el cemento por metro cúbico, al contrario que el enfoque del diseño de la mezcla (p. 302).

Gutiérrez de López (2003) afirma que los aditivos se definen como «componentes adicionales añadidos intencionadamente al hormigón para modificar sus propiedades y hacerlo más adecuado para determinadas condiciones de trabajo» (p. 99).

2.2.3.3.1 *Empleo de los aditivos*

Los aditivos son sustancias químicas u otras sustancias que se añaden a una mezcla o proceso con el fin de modificarlo, mejorarlo o conferirle alguna cualidad única. Diversos sectores dependen de estas sustancias químicas para alcanzar sus objetivos, entre ellos la construcción, la alimentación, la medicina y la fabricación. Desde facilitar determinados procesos hasta mejorar la resistencia, la durabilidad, la textura o el sabor de los productos, estos esfuerzos tienen como objetivo lograrlo todo:

1. El desarrollo de nuevos aditivos es un proceso continuo: al principio, se ajustaba la composición química de las materias primas procedentes de los sectores del papel y del petróleo. Garantizar la calidad de los productos secundarios y modificar su composición mediante diferentes tratamientos y adiciones es cada vez más importante en el mercado actual. Se han realizado



investigaciones para desarrollar productos básicos especializados o combinar materias primas actuales con el fin de ofrecer al mercado una gran variedad de mejoras.

2. Consideraciones económicas: cuando se trata de problemas del mundo real, el fabricante debe sopesar todas las opciones para ver si una adición funcionará. Después, es el constructor quien debe determinar la mejor mezcla que se puede utilizar, la mejor forma de aplicarla y, por último, la cantidad adecuada. Los participantes deben leer atentamente las instrucciones de los autores y buscar otros recursos relacionados con la actividad si desean sacarle el máximo partido. Es fundamental que las personas tengan acceso a información fiable sobre la dosis correcta y los métodos de ensayo in situ necesarios para determinar la dosis perfecta. El objetivo principal de esta investigación es encontrar las combinaciones óptimas que minimicen los costes de construcción mediante la dosificación más rentable. El coste del aditivo depende de una serie de variables, entre las que se incluyen las siguientes: dosificación del hormigón, requisito mínimo de cemento, gestión del agua, potencial de ahorro energético, eficiencia del tiempo de colocación, facilidad de colocación y compactación, reducción de costes mediante el desmoldeo rápido y la reutilización de los moldes, y el progreso y la finalización generales del proyecto.
3. Las técnicas: Este componente tiene un gran impacto en cómo cambia o mejora el hormigón en términos de una serie de propiedades físicas, incluyendo su estado inicial y trabajabilidad, duración de la trabajabilidad, cohesión, controlabilidad del tiempo de fraguado y bombeabilidad. También afecta a la sangrado y segregación, reduciéndolos o aumentándolos.



Además, una vez que el hormigón se ha solidificado, altera significativamente sus características. Se mejoran los acabados superficiales, se aumenta la resistencia mecánica, se mejora la resistencia a los productos químicos y a las heladas, se reduce la porosidad, se puede controlar la liberación de calor durante la hidratación y se puede controlar la contracción.

Cumplimiento de los requisitos.

Al añadir aditivos al hormigón, es fundamental seguir los requisitos establecidos para cada finalidad. Entre los numerosos factores que hay que tener en cuenta se incluyen mantener una relación agua-cemento constante, hacer que el hormigón sea trabajable, alcanzar las resistencias finales deseadas, reducir la resistencia a la abrasión, controlar los tiempos de fraguado, controlar el aire en la mezcla, prevenir la corrosión del refuerzo, adherirse al acero y promover una buena adhesión entre el hormigón antiguo y el nuevo. Los aditivos que se añaden al hormigón recién mezclado se utilizan para modificar el fraguado, acelerarlo o retrasarlo, aumentar la trabajabilidad manteniendo un contenido de agua constante y reducir el contenido de agua (López (2000), p. 265). El ingeniero debe tener muy en cuenta las siguientes consideraciones si es absolutamente necesario añadir productos químicos:

- a) En determinadas situaciones, podría ser útil ajustar el tipo o fabricante del cemento, el volumen de cemento, el tamaño del agregado o la proporción de la mezcla.
- b) Los aditivos pueden afectar a las características del hormigón de diversas maneras, lo que puede tener efectos indeseables en las propiedades deseadas.
- c) Una serie de factores, como la cantidad de agua y cemento en la mezcla, las características y el tamaño del agregado, y la técnica y el tiempo de mezcla, pueden cambiar significativamente el efecto de una adición.



Por último, aumentar las características generales del hormigón mediante la integración de aditivos es esencial para superar los numerosos retos que surgen durante los procesos de producción y despliegue del hormigón.

2.2.3.3.2 *Clasificación de los aditivos*

Existe el riesgo de simplificar en exceso o clasificar de forma inadecuada los aditivos en función de los resultados observados tras su aplicación, lo que dificulta el proceso.

A lo largo del proceso de clasificación deben tenerse en cuenta una serie de aspectos derivados del uso de aditivos, el desarrollo continuo de nuevos materiales o la mejora de los antiguos, y los diversos efectos derivados de la gran variedad de componentes utilizados en el hormigón. Cuando se dan estas características, resulta más difícil crear una categorización exhaustiva (López, 2000, p. 268).

Este esquema de clasificación ordena los aditivos según el grupo que describe con mayor precisión su efecto principal, incluso si sus propiedades se incluyen en más de una categoría. Muchos tipos de aditivos se definen según los efectos que producen o los elementos que los componen, dependiendo de la norma o estándar vigente. A continuación, se presentan los principales grupos en los que se clasifican los aditivos según la norma ACI 212:

a) Acelerante

Los productos químicos y compuestos utilizados como aceleradores pueden acelerar o mejorar la eficiencia de una amplia gama de procesos físicos, industriales y químicos. Los aditivos como este se utilizan ampliamente debido a su merecida reputación de acelerar o catalizar procesos que, de otro modo, serían más lentos o menos eficientes.

Los sistemas químicos y los procesos industriales suelen utilizar aceleradores para maximizar la eficiencia y acortar los tiempos de respuesta. Los procesos químicos o físicos



que suelen llevar más tiempo o avanzar a un ritmo más lento se vuelven repentinamente más evidentes y perceptibles.

Hay una amplia gama de sectores que utilizan habitualmente aceleradores. Para acelerar el curado y la solidificación de las mezclas de hormigón, en la industria de la construcción se suelen utilizar aceleradores. Para mejorar determinados procesos químicos se utilizan catalizadores. En la industria alimentaria es habitual utilizar aceleradores para acelerar la fermentación o la maduración de determinados alimentos.

Los aceleradores se presentan en numerosas formas, cada una optimizada para una tarea concreta. Los aditivos químicos, a veces conocidos como productos químicos específicos, desempeñan un papel esencial como catalizadores en varias reacciones químicas. Algunos procesos pueden acelerarse con el uso de agentes físicos complementarios, como el calor o la fuerza mecánica. Además, las enzimas son catalizadores biológicos que aceleran las reacciones bioquímicas; actúan en las ciencias biológicas.

La mejora del control y la eficiencia que permite el uso de aceleradores hace posible una mejor gestión de los procesos y una mayor eficiencia en la producción. En general, la calidad del producto y la eficiencia de los recursos pueden mejorarse incluyendo este componente.

Muchos tipos de industrias dependen de los aceleradores, entre ellas la construcción, la elaboración de alimentos y la fabricación de productos químicos. Gracias a ellos, es posible acelerar la producción, reducir los costes y mejorar la eficiencia.

Garantizar que los productos y procesos que utilizan aceleradores cumplan determinadas normas y reglamentos es fundamental para la seguridad de los productos y los procesos. La cantidad óptima de acelerador que se debe utilizar en cada caso solo se puede determinar mediante ensayos y estudios.



Para acelerar una reacción química, un proceso industrial o un evento físico, se puede utilizar un acelerador, que puede ser un producto químico o un método. Estas aplicaciones son esenciales en la ingeniería y la fabricación debido a los efectos de gran alcance que pueden tener en el aumento de la producción y la eficiencia en una variedad de sectores.

b) Incorporadores de aire

Con el fin de incluir deliberadamente pequeñas cantidades de aire en la mezcla, las empresas constructoras suelen utilizar productos químicos que incorporan aire, especialmente en la fabricación de hormigón y mortero. Al introducir burbujas de aire en el material, estos aditivos modifican las propiedades del hormigón o del mortero, haciéndolos más resistentes a la congelación y descongelación, más duraderos y más fáciles de trabajar.

El objetivo general del estudio es examinar los ecosistemas de todo el mundo a la luz de la crisis del cambio climático. Las sustancias químicas que integran el aire en las mezclas de hormigón o mortero durante su preparación permiten introducir pequeñas burbujas de aire en las formulaciones. La sustancia mantiene las burbujas de aire confinadas y las distribuye de manera uniforme.

Los aireadores mejoran las características del mortero y el hormigón, especialmente en condiciones meteorológicas adversas. Al añadir estos productos químicos, el material se vuelve más resistente a los daños causados por los ciclos de congelación-descongelación, que pueden producirse cuando el agua se expande en sus poros debido a la congelación.

Mayor durabilidad: para que el hormigón o la mampostería sean más resistentes a las filtraciones de agua y a las grietas causadas por la expansión del hielo, se añaden burbujas de aire. Gracias a ello, los edificios duran más tiempo antes de necesitar reparaciones o mantenimiento.



Mejora de la trabajabilidad: al incluir agentes incorporadores de aire en la mezcla, se mejora la trabajabilidad, lo que a su vez mejora la colocación y la compactación. El desarrollo de carreteras y pavimentos se beneficia de las ventajas mencionadas anteriormente.

Ahora conocemos más tipos de agentes incorporadores de aire. Existen dos categorías distintas de compuestos que pueden utilizarse para añadir aire a una mezcla: agentes químicos y agentes espumantes. Las burbujas de aire se forman durante el proceso de mezcla del hormigón o el mortero debido a la rápida adición de productos químicos a la lechada. Si se desea añadir aire a la mezcla, se pueden emplear agentes espumantes para formar espuma.

La administración de una dosis precisa de un medicamento a un paciente se denomina dosificación. Para cumplir con los estándares de calidad y durabilidad especificados, es esencial regular con precisión la cantidad de agente incorporador de aire. El cumplimiento de los regímenes de dosificación adecuados es crucial para obtener los efectos deseados.

Las normas y reglas son el tema que nos ocupa. Cuando se añade aire a una combinación de hormigón o mortero, es esencial seguir ciertas directrices para mantener la resistencia y la longevidad de la mezcla.

La incorporación de espacios de aire en el hormigón o el mortero es un uso típico de los agentes incorporadores de aire en la industria de la construcción. Esto mejora la trabajabilidad, la durabilidad y la resistencia a los ciclos de congelación-descongelación del material. En regiones con bajas temperaturas o propensas a la congelación-descongelación, estos productos químicos son necesarios para la construcción de edificios duraderos.



c) Reductores de agua y reguladores de fragua

Para modificar ciertas propiedades y características de las sustancias, la industria de la construcción suele utilizar aditivos como reductores de agua y reguladores de fraguado, especialmente en la fabricación de hormigón y mortero.

Los reductores de agua reducen las necesidades de agua del mortero y el hormigón sin afectar a su trabajabilidad. Se denominan superplastificantes o aditivos reductores de agua de alto rango. Estos compuestos hacen que el hormigón sea más fácil de trabajar para su instalación, acabado, resistencia mecánica y longevidad. Los productos químicos reductores de agua hacen que el hormigón sea más denso y cohesivo, reduciendo su porosidad y permeabilidad.

Para retrasar el tiempo de fraguado del mortero y el hormigón, los constructores suelen utilizar aditivos químicos conocidos como reguladores o retardadores del fraguado. Estos aditivos son beneficiosos para mezclar, colocar o acabar el hormigón antes del curado. Un regulador de fraguado facilita el control del tiempo que tarda el hormigón en alcanzar su resistencia inicial. La planificación estratégica y la ejecución de proyectos de construcción pueden flexibilizarse gracias a esta cualidad particular. Este método funciona bien cuando se trabaja en climas cálidos o en condiciones que requieren mucho hormigón.

En resumen, los reductores de agua se añaden a las mezclas de hormigón o mortero para facilitar su trabajo y reducir la cantidad de agua necesaria. Sin embargo, el uso de reguladores de fraguado alarga el proceso de endurecimiento, lo que permite disponer de más tiempo para trabajar con el material antes de que frague. Ambos aditivos desempeñan un papel crucial en la gestión y mejora de estos materiales en la industria de la construcción.

d) Aditivos minerales

Los aditivos minerales son sustancias químicas o productos derivados de minerales que se utilizan en entornos químicos, industriales y de construcción para mejorar o modificar las características de los materiales o procesos en los que se incorporan. Estos



aditivos tienen una amplia variedad de usos en muchos sectores; pueden ser de origen natural o artificiales a partir de minerales.

Los aditivos minerales son minerales naturales. Estos minerales metálicos o no metálicos se encuentran en rocas, arcillas, minerales silicatados y otros componentes.

Las industrias de la construcción, química, agrícola, cerámica, metalúrgica, del vidrio y de los materiales compuestos son solo algunas de las que dependen de los aditivos minerales.

La resistencia, la conductividad, la resistencia al desgaste, la homogeneidad, la estabilidad química, la fluidez, la suavidad y la conductividad son solo algunas de las muchas cualidades deseables que pueden aportar los aditivos minerales. La forma en que se utilizan estos aditivos y su composición determinan sus funciones y características.

Los aditivos minerales incluyen una amplia gama de compuestos que están omnipresentes en nuestra vida cotidiana y que son utilizados por numerosas empresas. Un ejemplo famoso es el cemento Portland, un material compuesto formado por arcilla y piedra caliza, entre otros ingredientes. Por su parte, la bentonita es una sustancia que mejora la viscosidad en la perforación de pozos petrolíferos. En la fabricación de caucho o plástico, la sílice precipitada es un relleno habitual. Además, se utiliza una amplia gama de minerales como pigmentos en la industria de la pintura.

La incorporación de aditivos minerales en materiales o procesos puede alterar considerablemente sus características físicas, químicas y mecánicas, mejorando su adaptabilidad y capacidad para cumplir requisitos únicos.

Las normas y la introducción de procedimientos de control de calidad son fundamentales para el debate que nos ocupa. Garantizar el cumplimiento de las normas definidas y adherirse estrictamente a los métodos de control de calidad es de suma importancia en muchos entornos industriales. Debe garantizarse la consistencia y la seguridad de los productos, en particular los que contienen aditivos minerales.

Una amplia variedad de productos y procesos pueden beneficiarse de los aditivos minerales, que son sustancias químicas o materiales derivados de minerales. Muchos tipos diferentes de industrias y empresas dependen de estos elementos debido a su versatilidad y origen mineral.

e) Aditivos para inyecciones

Los compuestos químicos o productos utilizados en las industrias farmacéutica y médica como aditivos inyectables modifican o mejoran las características de las soluciones inyectables. Para mantener la estabilidad, seguridad y eficacia de los medicamentos inyectables, los aditivos son componentes esenciales de las soluciones inyectables.

El objetivo de los aditivos inyectables es mejorar la estabilidad de las soluciones inyectables y mantener los componentes medicinales activos en condiciones óptimas hasta su administración. Además, estos aditivos hacen que las inyecciones sean mucho más seguras al reducir la posibilidad de contaminación química o microbiológica en cualquier punto de la cadena de suministro, desde el almacenamiento hasta la entrega.

Los antioxidantes y conservantes son aditivos inyectables que ayudan a evitar que los medicamentos farmacéuticos se deterioren cuando se exponen al aire, la luz o el agua. Es muy importante garantizar la eficacia a largo plazo de los medicamentos sensibles.

El pH de las soluciones inyectables puede ajustarse mediante aditivos para que sean más respetuosas con el ser humano y menos propensas a causar dolor o daños en el lugar de la inyección.

La solubilidad de determinados productos químicos en soluciones acuosas puede aumentarse o su viscosidad modificarse mediante el uso de aditivos. Para optimizar la distribución de los medicamentos en el cuerpo humano y facilitar la administración inyectable, es fundamental el uso de determinados aditivos.

Para garantizar la esterilidad e inhibir el desarrollo de microbios, las soluciones inyectables pueden incluir a veces conservantes antibacterianos.

Para garantizar la eficacia y la seguridad de los productos farmacéuticos, es fundamental cumplir estrictamente con las normas y regulaciones de calidad, especialmente en lo que respecta a los aditivos inyectables. Se realizan varias pruebas e investigaciones para evaluar la estabilidad y la compatibilidad de estos aditivos en soluciones inyectables.

Los compuestos químicos utilizados para fabricar soluciones inyectables que aumentan la estabilidad, la seguridad y la eficacia de los medicamentos inyectables se conocen como aditivos inyectables. Los productos farmacéuticos inyectables dependen en gran medida de estos aditivos, ya que garantizan la administración segura y eficaz de los medicamentos a los pacientes.

f) Superplastificantes

Para que el hormigón recién mezclado sea mucho más trabajable con menos agua, se utilizan compuestos químicos llamados superplastificantes o aditivos de alta reducción de agua (HWR). Las industrias del hormigón y de la construcción hacen un uso extensivo de ellos. Al incorporar estos compuestos al hormigón, se conservan su resistencia y durabilidad naturales, al tiempo que se mejora su fluidez y trabajabilidad.

Facilitan el manejo: para que el hormigón recién mezclado sea más fácil de trabajar y colocar, los superplastificantes aumentan la trabajabilidad del material. Con el fin de que el hormigón sea más fácil de moldear y manipular, se reduce su viscosidad y se mejoran sus propiedades de fluidez.

Añadir superplastificantes al hormigón es una forma práctica de reducir el consumo de agua sin comprometer la consistencia y la trabajabilidad de la mezcla. Mantener la proporción adecuada de agua y cemento es fundamental para la integridad estructural y la longevidad del hormigón. Esto se debe a que es habitual que una menor proporción de agua y cemento vaya acompañada de una mayor resistencia y una menor permeabilidad.

Las interacciones moleculares entre los granos del agregado y las partículas de cemento en la mezcla son las que permiten que los superplastificantes ejerzan sus efectos.

Las partículas se dispersan de manera más uniforme y el hormigón es más fluido como resultado de una menor tensión superficial del agua y una menor fricción entre las partículas.

El uso de superplastificantes para reducir el contenido de agua tiene un impacto significativo en la conservación de la resistencia del hormigón. La resistencia se mantiene igual o incluso aumenta cuando disminuye la relación agua-cemento, ya que la sustancia se vuelve más densa y dura más tiempo.

En el sector del hormigón, los superplastificantes tienen varios usos importantes, como la creación de hormigón bombeable, hormigón de alta resistencia, hormigón autonivelante y hormigón premezclado.

Al incluir aditivos en la mezcla, el hormigón se puede fabricar de forma más consistente y homogénea, lo que da lugar a productos acabados de mayor calidad y más estables.

Es fundamental cumplir todas las normativas al utilizar superplastificantes. Esto se debe a que la seguridad y la calidad de los edificios dependen del estricto cumplimiento de las normas y reglamentos del sector por parte de los constructores.

La industria del hormigón suele emplear aditivos químicos conocidos como superplastificantes para mejorar la fluidez y la trabajabilidad del hormigón recién mezclado. Lo hacen reduciendo el contenido de agua de la mezcla. Como consecuencia, estos aditivos son esenciales en muchas situaciones de construcción, ya que aumentan la densidad, la resistencia y la longevidad del hormigón.

2.2.3.3 Aditivo acelerante de fragua

En 2016, Ponce El autor explica cómo estos productos químicos aumentan la resistencia inicial y acortan el tiempo que tarda el hormigón en fraguar. Aunque no tienen propiedades anticongelantes por sí mismos, los aceleradores ayudan a que los compuestos anticongelantes se fijen más rápido y sean más resistentes en general. Gracias a esta mejora,



puede soportar fácilmente temperaturas bajo cero en zonas más frías. Los procedimientos de construcción acelerada también utilizan aceleradores para facilitar la retirada temprana del encofrado, hacer transitables los edificios o imponer tensiones a las estructuras (p. 61).

✓ **Sika Cem**

En lo que respecta al proceso de fraguado, el aditivo líquido Sika Cem presenta características tanto aceleradoras como reguladoras. Como resultado, los componentes del cemento experimentan reacciones químicas y una hidratación más rápida. Este material no es inflamable. De acuerdo con la norma ASTM C-494 Tipo C, este producto cumple todos los requisitos.

✓ **Ventajas**

- Uso eficiente del tiempo y reducción de la mano de obra. Facilita la eliminación. La concentración de dilución determina la rapidez con la que el material se endurece y fragua. Tras ser expuesto a una dilución de 1:3 y 1:10, el producto alcanza una resistencia similar a la del hormigón normal tras aproximadamente 24 y 60 horas, respectivamente. Tras siete días, el material actúa como el hormigón normal en términos de resistencia.
- No se puede reescribir el texto introducido por el usuario. La aplicación del hormigón en climas fríos es el tema de esta investigación, cuyo objetivo es encontrar formas de acortar el tiempo de curado del material y aplicar medidas preventivas.
- La colocación rápida de hormigón para las bases de estructuras o partes de hormigón que están en contacto con el agua subterránea, a menudo denominada nivel freático. No es posible reescribir el contenido del usuario en un estilo académico, ya que no incluye ninguna información.



- Cuando es necesario cambiar rápidamente los encofrados, este proceso específico funciona bien. El texto del usuario no proporciona información para reescribir.
- Reducción de la exposición al moho. Rápida finalización de las reparaciones de pistas y pavimentos en aeropuertos. Construidas para soportar las presiones dinámicas causadas por el flujo y refluo cíclico de las mareas, estas construcciones marinas no emplean materiales de refuerzo durante su construcción. En cuanto a su rendimiento real, los sistemas hidráulicos son bastante eficientes. Los pozos, cámaras y tuberías no pueden construirse ni repararse sin utilizar primero aguas residuales.

✓ Usos

- Independientemente de si se producen fugas de agua o no, las pastas se han utilizado en operaciones de perforación para reparar fracturas y sellar agujeros con éxito.
- Sus múltiples usos, como la albañilería, la nivelación de suelos y el bloqueo de grietas, hacen que los morteros de fraguado y endurecimiento rápidos sean muy populares.
- En situaciones en las que es necesario conseguir una gran resistencia mecánica rápidamente, ya sea durante la instalación inicial o durante la demolición, el hormigón desempeña un papel fundamental.

✓ Modo de empleo

El encofrado o la zona específica donde se colocará el material deben prepararse meticulosamente antes de comenzar el procedimiento de vertido del hormigón o mortero. Es fundamental eliminar cualquier residuo suelto de la superficie como primer paso para recuperar los componentes de hormigón. Humedezca bien la superficie hasta que quede



completamente saturada. Sika 3 se suministra listo para su uso. Para obtener la aceleración adecuada, es mejor disolver el producto químico en agua utilizando la proporción correcta.

2.2.3.3.4 Aditivos Incorporadores de Aire

Mayor resistencia a los ciclos de congelación-descongelación: Estos aditivos crean bolsas de aire que pueden expandirse para acomodar el agua congelada sin dañar el material circundante. Es menos probable que se produzcan grietas y daños estructurales en el hormigón o el mortero que son más resistentes a los ciclos de congelación-descongelación.

Mayor longevidad: El aire atrapado ayuda a mantener el agua, los productos químicos agresivos y los contaminantes fuera del mortero y el hormigón, haciéndolos menos porosos. Esto hace que el material dure más tiempo y sea más resistente al desgaste.

Si desea acelerar los procesos de colocación y acabado, aplique aditivos de aire antes para que la mezcla sea más manejable. Esto es especialmente útil para la fabricación de muros, pavimentos y losas de hormigón, que no requieren mucha manipulación.

Una forma de reducir la probabilidad de segregación de los áridos y la filtración del agua superficial es utilizar bolsas de aire. Como resultado, los ingredientes de la mezcla se distribuyen de manera más uniforme, lo que disminuye la probabilidad de que se formen puntos débiles.

En algunos casos, el hormigón puede hacerse más resistente al fuego añadiendo productos químicos que incorporan aire, lo que aumenta el aislamiento térmico.

Entre los compuestos químicos que pueden utilizarse como aditivos para incorporar aire se encuentran los lignosulfonatos, los éteres de celulosa, las proteínas y los polímeros sintéticos. La selección dependerá de las especificaciones del proyecto y del entorno de trabajo. Para garantizar el mejor rendimiento y la seguridad de la estructura construida, es fundamental seguir las instrucciones del fabricante y los requisitos del sector al utilizar estos aditivos.

A) Propiedades y usos de los agentes incorporadores de aire



Un factor importante a la hora de adaptar las propiedades del material a las necesidades de un trabajo determinado es la cantidad de aire que se incluye en la mezcla.

Interacciones con otras sustancias: En lo que respecta a la preparación del hormigón, los aditivos incorporadores de aire suelen ser compatibles con aceleradores, retardadores y superplastificantes, entre otros.

Existen diversas sustancias químicas, como lignosulfonatos, éteres de celulosa, polímeros sintéticos y otras, que se utilizan como aditivos aireantes. La elección de uno u otro depende de las características del proyecto y del lugar de trabajo.

Mayor durabilidad frente al frío y el calor: Las bolsas de aire actúan como cámaras de expansión, permitiendo que el agua congelada se expanda y evitando así que se produzcan daños en los materiales circundantes. De este modo, se evitan los efectos perjudiciales de la congelación y descongelación en la mampostería o el hormigón.

Se consigue una mayor vida útil, ya que el agua y otras sustancias corrosivas no pueden penetrar en el material debido a la menor permeabilidad provocada por el aire encerrado. Esto mejora considerablemente la longevidad y la resistencia a la corrosión del material.

La colocación y finalización de la construcción pueden acelerarse cuando se incluyen cavidades de aire en la mezcla, lo que mejora su trabajabilidad. Esta función destaca especialmente cuando se trabaja con materiales como la grava y los adoquines, que requieren un manejo cuidadoso.

Para evitar la segregación del agregado y las fugas de agua superficial, se añaden bolsas de aire a las mezclas de mortero y hormigón. Esto conduce a una distribución más uniforme de los componentes y, en última instancia, a un producto mejor.



Mejora la resistencia al fuego: al crear bolsas de aire, los aditivos aireantes pueden, en determinadas circunstancias, aumentar la resistencia al fuego al añadir aislamiento térmico.

Los productos químicos incorporadores de aire mejoran el rendimiento del hormigón y el mortero. Las microcavidades hacen que la combinación sea más resistente al fuego, más fácil de aplicar, duradera y resistente al hielo y al deshielo. La construcción requiere estos compuestos para garantizar la calidad y la longevidad de los edificios.

2.2.4 *Diseño de Mezclas*

Encontrar las cantidades adecuadas de cada ingrediente en la mezcla de hormigón es la esencia del diseño de mezclas. Debido a la existencia de varios factores que influyen en los resultados, no es posible realizar comparaciones directas entre los distintos procedimientos de diseño de mezclas. Como consecuencia, aún no se conoce el enfoque óptimo. Según el Comité 211.1 de la ACI, la estrategia más popular es emplear cualquier método de diseño de mezclas, ya que esto le dará una buena idea de las proporciones. Si desea que su hormigón tenga las propiedades adecuadas, debe comprobar sus proporciones en un laboratorio o en la obra y realizar los ajustes necesarios Cita: Cubas et al.(2019)

Una forma sencilla de calcular la cantidad de cada ingrediente que se debe utilizar en un pie cúbico de hormigón es consultar las tablas elaboradas por el comité ACI 211 a partir de ensayos de materiales.

2.2.5 *Propiedades Físicas de un Concreto*

Las características observables y cuantificables del hormigón que permanecen inalterables con respecto a su composición química se conocen como atributos físicos. Estas características son esenciales para evaluar su uso y comprender su funcionamiento. Las principales características físicas del hormigón se describen a continuación:

El proceso por el cual el vapor se difunde a través de una sustancia se conoce como transmisión de vapor. La porosidad del hormigón es una medida de la cantidad de espacio



vacío dentro del material. Una menor porosidad del hormigón aumenta su impermeabilidad, lo que lo hace menos propenso a absorber agua y otros líquidos.

La capacidad de los gases y líquidos para atravesar el hormigón se denomina permeabilidad. La alta impermeabilidad de un material es útil en muchos contextos, ya que protege el refuerzo interno de la corrosión.

El índice de absorción de agua ilustra cómo los líquidos son absorbidos por el hormigón. La resistencia del material puede verse afectada por este valor numérico, que también se expresa como una relación de masas.

El método mide la rigidez del hormigón. En el análisis estructural, esta métrica se utiliza para cuantificar con precisión la cantidad de deformación del material causada por una carga.

El hormigón se contrae y se expande como resultado de los cambios de temperatura, lo que se conoce como expansión y contracción térmica, respectivamente. El objetivo principal del diseño estructural es la prevención de fracturas.

Partes que representan visualmente: Los colores y los tratamientos pueden alterar subjetivamente el aspecto visual del hormigón, lo que repercute en sus atributos estéticos.

La textura de la superficie del hormigón, en términos de rugosidad o suavidad, viene definida por su procedimiento de acabado. La adherencia del revestimiento y la cubierta pueden verse comprometidas.

La densidad, que es la relación entre la masa y el volumen, se cuantifica mediante el peso específico del hormigón. Es necesaria para los cálculos estructurales y de carga.

Aunque la importancia relativa de las siguientes propiedades físicas del hormigón puede variar en función de su uso previsto, todas ellas son esenciales. Es fundamental elegir y gestionar estas propiedades específicas del hormigón para que sea duradero y eficaz en una variedad de usos de ingeniería y construcción.

2.2.5.1 Asentamiento del Concreto

Para evaluar la trabajabilidad del hormigón, se evalúa el asentamiento o slump (García, 2020). Para ello, se utiliza un cono de Abrams. A continuación, se levanta el cono, se aparta y se anota el asentamiento. Se puede determinar la fluidez del hormigón consultando algunas tablas prefabricadas. Este proceso debe seguirse antes de verter hormigón en cualquier parte de una estructura.

Según García (2020), la prueba de asentamiento puede detectar variaciones en la consistencia de la mezcla en relación con el contenido de agua y/o la distribución del tamaño de las partículas.

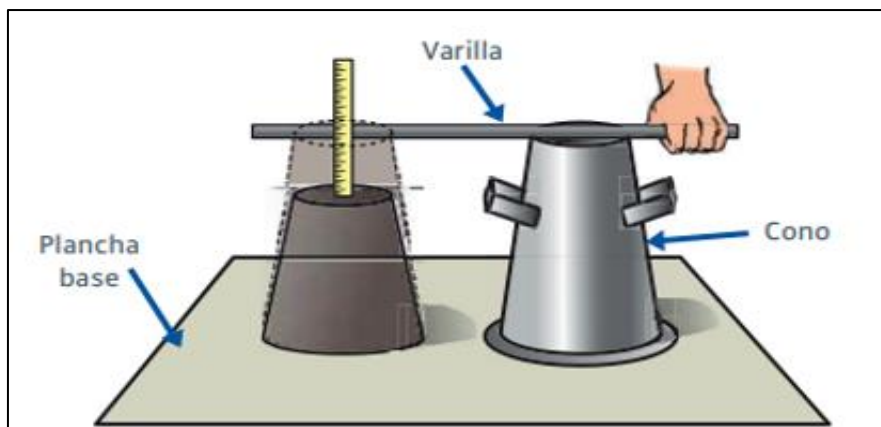
Verter hormigón recién mezclado en una variedad de moldes es más fácil, ya que el material aún es cohesivo y fácil de trabajar. Para evitar fugas causadas por mampostería gruesa, se requiere una ejecución precisa. Esto solo se puede lograr utilizando un vibrador para romper las burbujas de aire en el hormigón recién vertido a medida que avanza el proyecto Cita: Chávez et al. (2021).

Tabla 2

Tipos de consistencia

Asentamiento	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	Mayor a 5"	Muy trabajable	Chuseado

Nota: (Abanto Castillo, 2013, Pág.49)

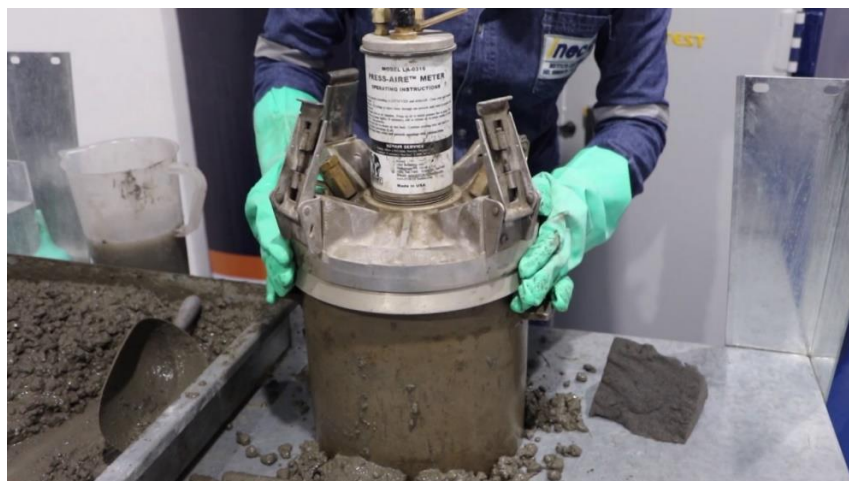
Figura 5*Prueba de Slump*

Nota. Tomado (Arequipa, 2022).

La segregación y la erosión son menos probables después del endurecimiento cuando la sedimentación es alta, lo que es un indicio de la fluidez de la mezcla Cita: Chávez et al(2021).

2.2.5.2 Contenido de vacíos en la mezcla

Según Aching y del Castillo (2018), este ensayo mide el contenido de aire en el hormigón recién mezclado midiendo el cambio de volumen en función de la presión. Para aplicar un factor de corrección, el ensayo debe realizarse en hormigón o mortero que contenga componentes compactos.

Figura 6*Prueba en la Olla de Washington*

Nota. Tomado de Aching & del Castillo (2018).

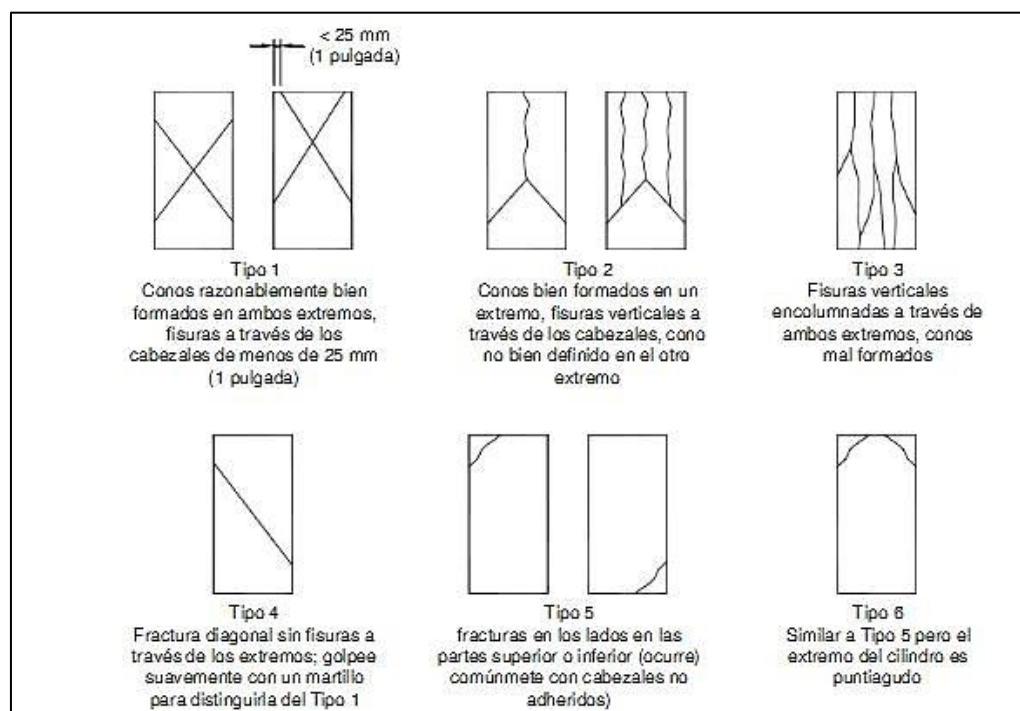
En este contexto, no es adecuado el hormigón que contiene materiales de escoria de alto horno enfriados con aire, materiales muy porosos o partículas ligeras. Se recomienda realizar la prueba ASTM C173 en estos casos específicos. El hormigón no plástico utilizado para fabricar tubos de hormigón y unidades de mampostería no puede soportar esta prueba.

2.2.6 Propiedades Mecánicas de un Concreto

Cuando la fuerza actúa sobre un segmento perpendicular al plano de aplicación, la masa se comprime y se duplica a una velocidad igual a esa fuerza. Por lo tanto, la capacidad de un material para responder a las tensiones de esta manera es igual a su resistencia a la compresión, lo que también se conoce como su elasticidad bajo tensión.

Figura 7

Tipos de fallas sometidas a compresión del concreto



Nota. Tomado de NTP (2015).

2.2.6.1 Resistencia a la Compresión del Concreto

Resistir las presiones de rotura potenciales es el objetivo principal del hormigón endurecido. La rotura suele producirse tras 7, 14 y 28 días de curado, y esta resistencia se calcula a partir de las muestras de ensayo. El objetivo principal de este examen es obtener

mediciones precisas que puedan indicar una calidad excelente o deficiente. A partir de estas dimensiones, se puede determinar si el material es adecuado para losas, acabados o componentes estructurales. En 2020, Parvina.

Figura 8

Representación del ensayo de compresión



Nota. Tomado de Lopera (2020)

2.2.6.2 Resistencia a la Flexión

Se realiza un ensayo de viga cruzada, que mide la resistencia a la flexión, en una viga que no tiene ningún refuerzo (acero). Aunque la flexión puede producirse en otras partes estructurales, como las placas, este ensayo está diseñado para determinar la resistencia a la flexión de una viga. Las vigas 0 son las vigas habituales que se someten a flexión. La viga se apoya en dos extremos durante todo el ensayo y, a continuación, se carga perpendicularmente al eje de la viga.

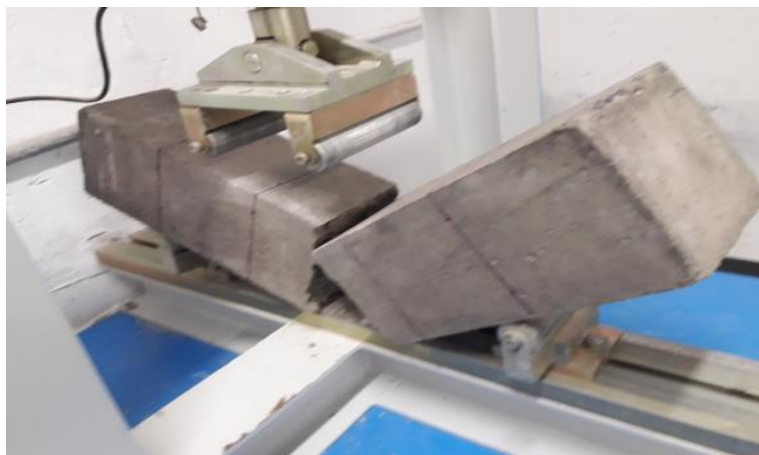
Los resultados, que son importantes para la construcción de losas y pavimentos, pueden verse afectados por la longitud de las vigas, el contenido de humedad y si se ha solicitado reducir la vida útil.

La resistencia a la flexión está relacionada con la resistencia a la compresión, por lo que 0,7 u 0,8 megapascales es una estimación.

A lo largo de su longitud, el valor de una fuerza cortante y un momento flector interno cambia según la carga que actúa sobre el eje de la viga. Después de hallar la fuerza cortante y el momento flector máximos, los mostramos en el gráfico siguiente.

Figura 9

Prueba de la resistencia a flexión



Los procedimientos para realizar el ensayo de resistencia a la flexión se detallan en las normas ASTM C 78 y NTP 339.078. De acuerdo con la norma NTP 339.078 (2012), esperaremos a que se produzca la rotura en un tercio de la viga antes de aplicar las cargas. La rotura puede producirse en el tercio central de la viga o en una longitud inferior al 5 % de la luz libre

2.3 Marco Conceptual

- 1. Aditivos.** – Los productos químicos denominados aditivos se añaden al hormigón durante su mezcla con el fin de modificar sus propiedades específicas. Para mayor claridad, los aditivos no sustituyen a un diseño cuidadoso de la mezcla, a una mano de obra cualificada ni a ingredientes de primera calidad.



2. **Acelerador de fragua.** – Como agente endurecedor y acelerador, cumple una doble función. Acorta el tiempo que tardan los componentes del cemento en hidratarse e interactuar químicamente. Si está vertiendo hormigón cuando hace frío, esto ayudará a que se solidifique más rápido y reducirá el tiempo de curado.
3. **Incorporador de aire.** - La incorporación de aire en un compuesto ayuda a mejorar la estructura de los poros, evitar la formación de grumos y reducir la generación de polvo. Estos compuestos están compuestos por una amplia gama de componentes activos y aditivos únicos. En 2020, Berolan.
4. **Abrasión.** – El porcentaje de desgaste se utiliza para cuantificar el deterioro del material. Es una medida de la durabilidad a lo largo de la producción, la instalación y la compactación.
5. **Absorción.** – Después de remojar el material en agua durante 24 horas, se puede secar superficialmente y calcular su porcentaje de absorción en relación con su peso seco.
6. **Agregados.** – Dependiendo de su tamaño, contenido y lugar de origen, los materiales aluviales son partículas no reactivas que, al combinarse con agua y cemento, forman la sustancia conocida como hormigón.
7. **Agregado grueso.** – Para obtener la consistencia adecuada al fabricar hormigón, es necesario controlar con precisión la cantidad de grava, que es un ingrediente fundamental.
8. **Agregado fino.** – Se obtiene de forma natural en canteras aluviales o artificialmente triturando grava, y se conoce como arena. Por lo general, las partículas tienen forma esférica o cúbica.



- 9. Asentamiento.** – Los muñones, una medida de la consistencia del hormigón, pueden determinarse utilizando el cono de Abrams. Reflejan el grado de flexibilidad del hormigón y afectan a la trabajabilidad del material.
- 10. Concreto.** – Los cuatro ingredientes principales del hormigón son cemento, agua, áridos gruesos y finos, y áridos. Cuando se seca, rápidamente se convierte en el favorito de los trabajadores de la construcción. Cuando mezclas materiales finos con agua y cemento, estás haciendo masturbación. Después de mezclarse con agua y comprimirse en el lugar, se le conoce como hormigón.
- 11. Granulometría.** – Al contar la cantidad de suciedad que pasa por cada tamiz, un análisis de tamizado puede indicarle cuánta arcilla, arena y limo hay en el suelo.
- 12. Peso unitario.** – El hormigón permeable tiene una gravedad específica aproximadamente un 70 % inferior a la del hormigón normal. La decisión se basa en los criterios establecidos por la norma ASTM C1688.
- 13. Porosidad.** – La porosidad es una medida del espacio que existe entre dos materiales. Si el contenido vacío del hormigón es superior al 15 %, se considera permeable.
- 14. Tiempo de fraguado.** – Debido a que el hormigón permeable se endurece más rápidamente, a veces se requieren aditivos químicos para una instalación correcta.



CAPITULO III

METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

Pudimos demostrar el efecto que tiene el cambio de los parámetros de la variable independiente sobre la variable dependiente, ya que este estudio era de naturaleza experimental. Dado que el grupo de control sirvió de base y proporcionó apoyo, su diseño podría describirse como cuasi-experimental. Los experimentos se llevarán a cabo de acuerdo con los protocolos establecidos en las normas.

3.2 Enfoque de la investigación

Dado que se trata de cuantificar la variable, en este estudio se utilizaron métodos cuantitativos. Para determinar la relación causa-efecto entre los aditivos deseados y las resistencias obtenidas, se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas.

3.3 Tipo de investigación

El objetivo de este estudio era desarrollar conocimientos mediante la aplicación directa de lo que ya se sabía, lo que se conoce como investigación «aplicada» (Lozada, 2019). Las teorías y la información analizadas se ajustaban a las normas E030, E060 y ASTM C39. Gracias a ello, pudimos alcanzar los objetivos que nos habíamos marcado y aprender el orden correcto para realizar los ensayos de resistencia del hormigón.

Debido a la manipulación controlada de las variables del estudio, esta investigación se clasificó como experimental (Baena, 2014). En este caso, añadimos aditivos a las variables independientes de forma intencionada y, a continuación, estudiamos sus efectos.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación basada en niveles fue EXPLICATIVA, ya que su objetivo era comprender las causas del problema relacionando las variables. En concreto, se trataba de comprender cómo los aditivos estudiados afectaban a las propiedades mecánicas y físicas del hormigón estructural.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

El hormigón tradicional y el hormigón con diferentes cantidades de aditivos, como aceleradores de fraguado y aireantes, constituirán la población del estudio.

3.4.2 Muestra

En la investigación se utilizará una muestra de tubos de ensayo cilíndricos con hormigón con la resistencia característica adecuada de $F'c=210$ kg/cm². Se añadirán aceleradores de fraguado y aireantes al hormigón en diversas proporciones. Se examinarán las resistencias a la compresión y a la flexión determinadas a los 7, 14 y 28 días para este estudio con esta adicción.

Tabla 3.

Cantidad de muestras de hormigón previstas para la evaluación.

Dosificación	Compresión (días)			Flexión (días)
	7	14	28	28
Muestra patrón	3	3	3	3
MP. + 2% AF + 0.10% IA	3	3	3	3
MP. + 3% AF + 0.15% IA	3	3	3	3
MP. + 3.5% AF + 0.20% IA	3	3	3	3
Total			48	

3.4.3 Técnicas de procesamiento

a) Búsqueda de información

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva y minuciosa para garantizar que el estudio propuesto estuviera bien preparado. Además de fuentes más genéricas, nuestra búsqueda se centró en localizar y revisar tesis, publicaciones de investigación y revistas académicas de prestigio. Nuestro estudio tendrá una base sólida y exhaustiva en los hechos si nos adherimos a estos procedimientos.

b) Materiales empleados para la investigación

- ✓ **Agregado**
- ✓ **Acelerante de fragua:** Úselo desde el principio para obtener hormigón de alta resistencia, reducir el tiempo de desencofrado y acelerar el proceso de construcción. También es útil para el hormigonado en climas fríos y para reparaciones rápidas en una gran variedad de edificios.

Figura 10

Aditivo acelerador de fragua



Nota. (Sika, 2019)

Aditivo incorporador de aire: Para obtener una pasta uniforme, el cemento y el agente incorporador de aire se combinan en forma líquida durante el proceso de mezcla.

Figura 11

Aditivo incorporador de aire



Nota. (Sika Perú, 2019)

3.4.4 Propiedades Físicas del Agregado Grueso**A. Análisis Granulométrico**

Obtenemos un peso de muestra de 0,5 a 0,6 kg tras triturar el agregado grueso. Pesamos el material que queda en cada tamiz estándar después de verter el agregado en ellos y agitarlos bien.

B. Tamaño Máximo

El agregado grueso no puede ser más pequeño que el tamaño del filtro más pequeño por el que pasó la muestra.

C. Peso específico y contenido de absorción (N.T.P 400.021)

El método de cribado permitió obtener una muestra de material de aproximadamente 2 kg, que se sumergió en agua durante 24 horas para garantizar su saturación. Transcurrido este tiempo, se vació la bandeja para eliminar el exceso de agua y se cepillaron las partículas de árido con un paño de franela hasta que quedaron parcialmente secas y completamente saturadas. A continuación, se pesaron y se obtuvieron aproximadamente 1 kg. Se utilizó el molde de alambre para pesar la muestra seca saturada

de agua antes de colocarla en el horno durante 24 horas. A continuación, se determinó el peso de la muestra seca.

D. Peso Unitario (N.T.P 400.017)

✓ Peso Unitario Suelto

Se apiló sin aplastarlo con la varilla metálica después de verter el agregado en un recipiente metálico que medía un tercio de pie cúbico. A continuación, se colocó todo en una balanza. La capacidad del recipiente metálico se determinó después de pesar el material que contenía sin apretar.

✓ Peso Unitario Compactado

El agregado grueso se trasladó cuidadosamente a un recipiente metálico de 1/3 de pie cúbico después de haber sido nivelado. Tras 25 golpes en cada capa, el material se compactó en tres capas utilizando una varilla metálica lisa. Golpeando y pesando el recipiente metálico, pudimos determinar el peso del agregado compactado. Por último, necesitábamos determinar el volumen del recipiente.

E. % de Humedad (N.T.P. 339.185)

Secamos el agregado grueso sin procesar en un horno durante 24 horas después de pesar más de 100 gramos, y luego lo medimos nuevamente.

3.4.5 Propiedades físicas del agregado fino

A. Análisis Granulométrico (NTP 400.012)

Después de un día en el horno, se utilizó el suelo para triturar la muestra de áridos finos. A continuación, se pesó la muestra y se limpiaron los áridos finos pasándolos por un filtro n.º 200 para eliminar el agua y las partículas más pequeñas. Después, se dejó la muestra en el horno durante un día más. Por último, se utilizó un juego de tamices estándar para filtrar los áridos. Tras agitar, se recogió y se pesó el material que quedaba en cada tamiz.

B. Módulo de fineza



El módulo de fineza del agregado fino, se determinó tomando los porcentajes retenidos acumulados desde el tamiz N° 4 hasta el tamiz N° 100.

C. Peso específico y absorción (N.T.P. 400.021)

Se utilizó una bandeja con agua para remojar medio kilogramo de áridos finos durante 24 horas utilizando el método del cuarto. Al cabo de un día, se vació la bandeja y se presionaron suavemente las partículas de áridos contra un trozo de papel para secarlas hasta que quedaron húmedas, pero sin llegar a saturarse. A continuación, se midió la muestra pesándola. A continuación, la muestra de árido fino se colocó en un recipiente lleno de agua de 500 ml. Después, se llenó el vial con agua hasta alcanzar los 500 ml y se anotó su peso en agua. Por último, se vació el vial, se transfirió el árido fino a un recipiente y, tras un día en el horno, se midió el peso de la muestra seca.

D. Peso unitario (N.T.P. 400.017)

✓ Peso unitario compactado

Una vez que el agregado estaba nivelado, se vertió en un recipiente metálico con una capacidad de 1/3 de pie cúbico. A continuación, el material se comprimió aplicando 25 golpes a cada capa con una varilla metálica, presionándolo hacia abajo y pesándolo minuciosamente. Tras medir el volumen del recipiente, se determinó el peso del agregado compactado.

✓ Peso unitario suelto

El material se introdujo hasta el borde en un recipiente metálico que medía un tercio de pie cúbico, se colocó en una sola capa y se pesó sin comprimirlo. A continuación, tras pesar el agregado suelto, pesamos el recipiente metálico para determinar su capacidad.

E. % de humedad (N.T.P. 339.185)

La muestra de agregado fino pesaba 100 g y se trituro una muestra de 1 kg. Tras un día en el horno, las muestras se secaron y se pesaron.

3.4.6 *Diseño de Mezcla*

La mezcla de hormigón se diseñó siguiendo las directrices establecidas por el Comité 211 de ACI. Para obtener un diseño de mezcla adecuado para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, era necesario cumplir los siguientes criterios:

- ✓ Resistencia del diseño
- ✓ Peso Específico de los agregados
- ✓ Contenido de humedad
- ✓ Contenido de absorción
- ✓ Peso unitario suelto y compactado de los agregados
- ✓ Asentamiento
- ✓ Análisis granulométrico
- ✓ Relación Agua/Cemento

1.1.1.1 Prueba de resistencia a la compresión.

Los investigadores realizan ensayos de resistencia a la compresión en diversos materiales (principalmente hormigón, pero también ladrillo, roca y materiales similares) para determinar su capacidad de resistencia a cargas compresivas. Los edificios construidos con hormigón requieren este ensayo como elemento fundamental del diseño. A continuación, se describen los pasos seguidos y los resultados del ensayo de resistencia a la compresión del hormigón:

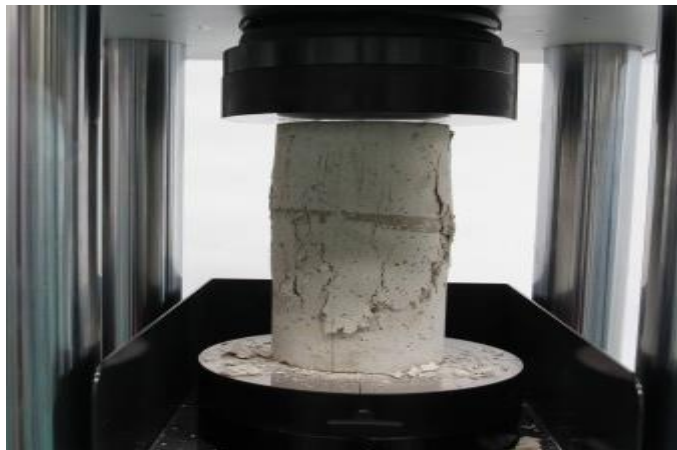
- ✓ Para preparar las muestras, el hormigón se moldea en cubos o cilindros según los requisitos regionales. Cuando se coloca el hormigón en la obra, estas muestras se preparan siguiendo procesos estándar para garantizar su representatividad.
- ✓ El siguiente paso, tras la preparación, es el curado de las muestras. Por regla general, este procedimiento requiere mantener las muestras en un entorno con humedad y temperatura controladas durante al menos una semana.

- ✓ Asegúrese de que las muestras estén planas y uniformes antes de realizar la prueba para prepararlas para la misma. Para asegurarse de que el peso esté distribuido uniformemente, es posible que tenga que cepillarlas o lijarlas antes de realizar la prueba si no lo están.
- ✓ Prueba de compresión: Se utiliza una prensa de compresión para someter las muestras a pruebas exhaustivas.

La carga se aumenta gradualmente hasta que la muestra se rompe. Este proceso implica medir la carga máxima y la deformación de la muestra.

Figura 12.

Resistencia a compresión



Nota. (Instit. Mexico 2019).

3.4.7 Evaluación de resultados

Las tablas comparativas simplificarán los resultados. Estas tablas no solo resumirán los resultados, sino que también revelarán comparaciones entre grupos de edad. Al utilizar un enfoque integral, podemos comprender mejor los datos que recopilamos y detectar cualquier diferencia significativa que pueda surgir en función de los datos demográficos y los grupos de edad.

3.4.8 Proceso y análisis de datos

Los datos se evaluarán mediante tablas, gráficos y cálculos. Obtendremos datos precisos aplicando procedimientos de prueba fiables.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 Presentación de resultados de la investigación

En primer lugar, tenemos los resultados de la caracterización del material y, a continuación, los resultados de los ensayos realizados de acuerdo con los objetivos inicialmente especificados.

A. Análisis granulométrico

A continuación, se muestra la distribución del tamaño de las partículas de las muestras de laboratorio:

Tabla 4.

Gradación del agregado fino

Tamiz	mm	P. retenido (gr)	% R. parcial	% R. acumul.	% pasa
No4	4.760	260.02	13.41	13.41	86.59
No8	2.380	279.05	14.40	27.81	72.19
No16	1.190	210.67	10.87	38.68	61.32
No30	0.590	297.34	15.34	54.02	45.98
No 50	0.300	641.31	33.08	87.10	12.90
No100	0.149	195.09	10.06	97.16	2.84
No200	0.074	43.11	2.22	99.39	0.61

La tabla 4, presenta la gradación de los materiales, obtenidas mediante tamizado de las muestras, estando desde el tamiz N°4” hasta el tamiz N° 200.

Figura 13

Curva de gradación del A.F.

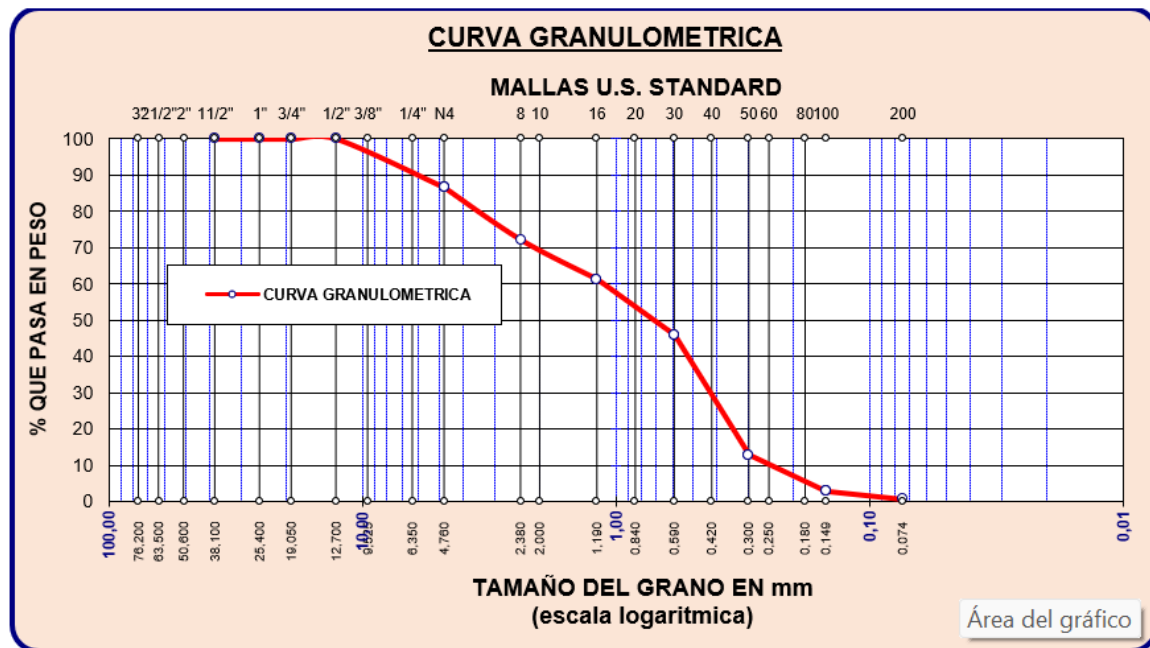


Tabla 5

Granulometría del agregado grueso

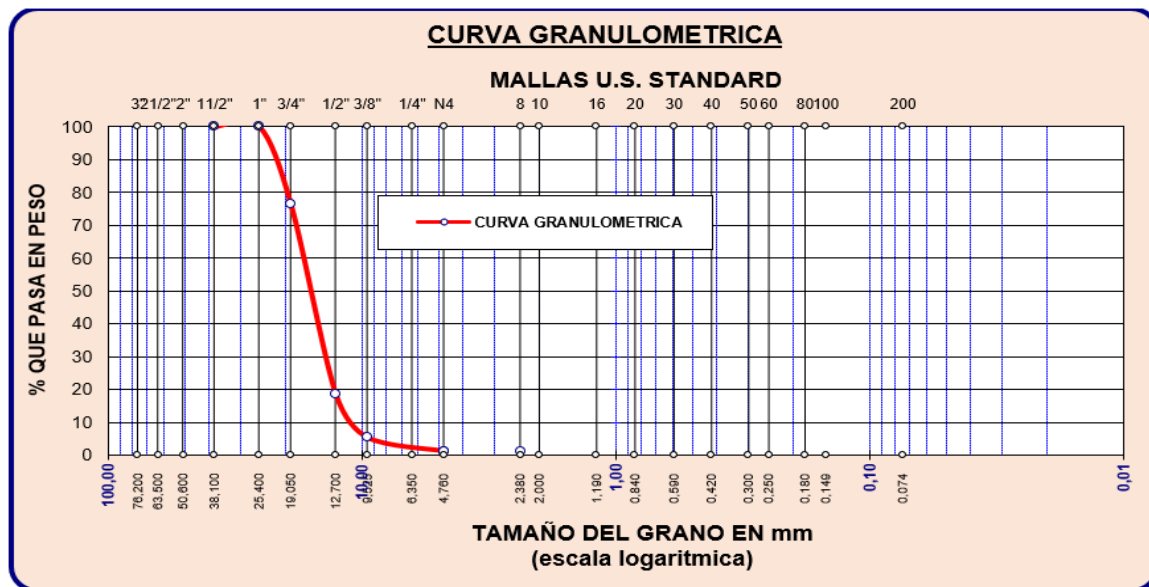
Tamiz	mm	P. retenido (gr)	% R. parcial	% R. acumulado	% pasa
2"	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.100	0	0	0	100
1"	25.400	0	0	0	100
3/4"	19.050	1659.03	23.70	23.70	76.30
1/2"	12.700	4032.4	57.61	81.31	18.69
3/8"	9.525	938.01	13.40	94.71	5.29
No4	4.760	290.11	4.14	98.85	1.15
No8	2.380	0	0	98.85	1.15

Desde el tamiz n.º 2 hasta el tamiz n.º 4, la tabla 5 muestra la gradación de los materiales obtenidos tras tamizar las muestras.

Dado que los resultados del ensayo de granulometría de los áridos se encuentran dentro de los rangos aceptables y recomendados, estos áridos pueden utilizarse en el presente estudio.

Figura 14

Curva granulométrica del A.G.



B. % de humedad

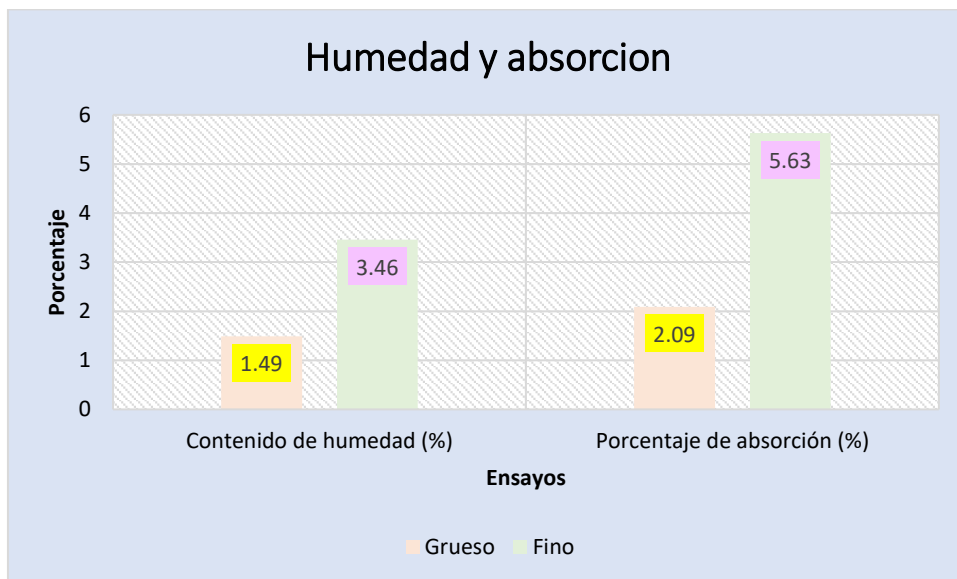
Tabla 6

Resumen de datos sobre los niveles de humedad y las tasas de absorción

Ensayos	C. de humedad (%)	Absorción (%)
Grueso	1.49	2.09
Fino	3.46	5.63

Figura 15

comparativa de contenido de humedad y absorción



La tabla 6 muestra los resultados del contenido de humedad y el porcentaje de absorción de los dos tipos de áridos. Los resultados sugieren que los áridos con mayores porcentajes de absorción necesitarán menos agua en la mezcla en comparación con los que tienen un menor contenido de humedad.

C. Peso específico

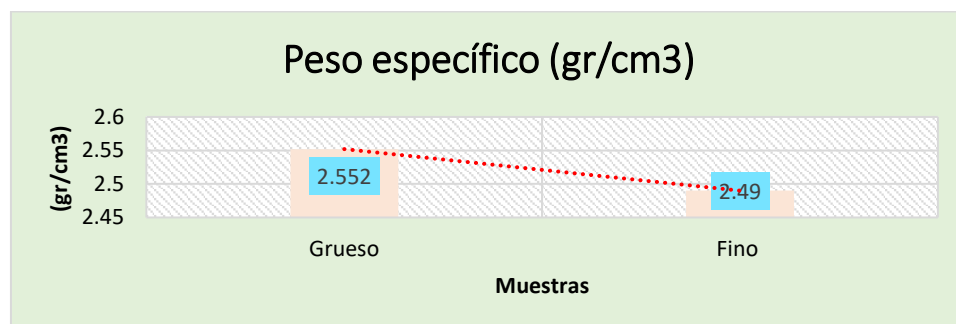
Tabla 7

Valores típicos de la gravedad específica

Ensayos	Peso específico (gr/cm ³)
Grueso	2.552
Fino	2.490

Figura 16

Diagrama del peso específico



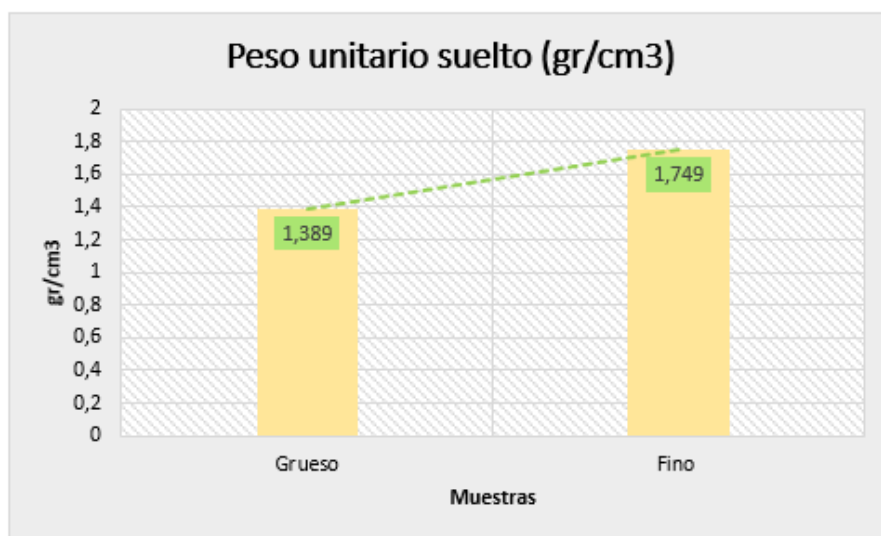
Esta prueba verifica que los áridos sean lo suficientemente duros como para cumplir los requisitos de rendimiento mecánico del hormigón. Los resultados se mostrarán como valores medios que no presentan ningún comportamiento inusual o anormal, sino que se ajustan a lo esperado.

D. Peso unitario suelto del agregado

Tabla 8

Valores promedios del peso unitario suelto

Ensayos	Peso unitario suelto (gr/cm ³)
Grueso	1.389
Fino	1.749

Figura 17*Diagrama del peso unitario suelto*

La tabla adjunta muestra los valores medios del peso unitario de los áridos cuando están sueltos, de forma detallada. En concreto, 1,749 g/cm³ es el peso unitario medio suelto del árido fino. Por el contrario, el árido grueso presenta un peso unitario suelto constante de 1,389 g/cm³, algo inferior al del árido refinado.

E. P. Unitario compactado del agregado

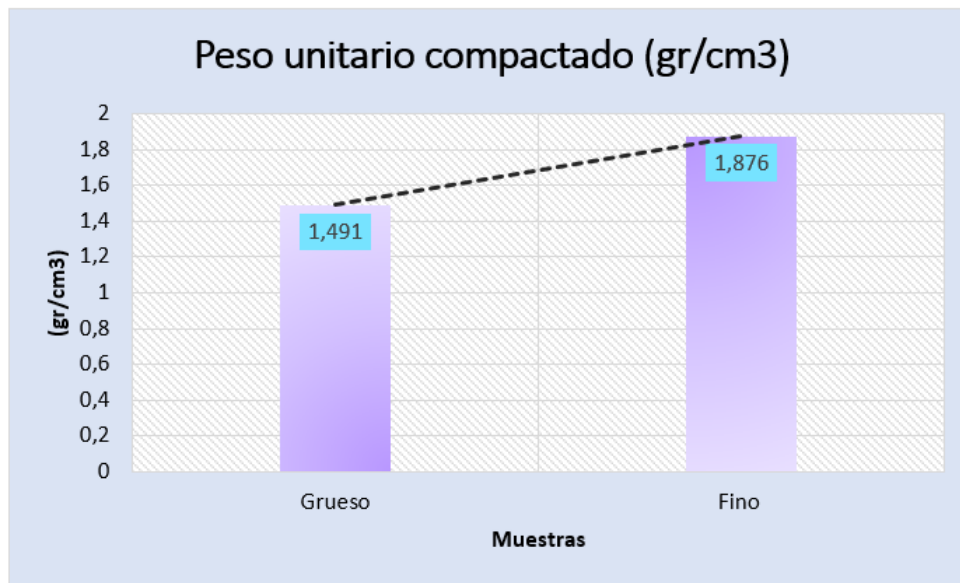
Tabla 9*Valores medios del peso unitario compactado*

Ensayos	P. unitario compact. (gr/cm ³)
Grueso	1.491
Fino	1.876

Los datos se describen detalladamente en la tabla adjunta, que muestra los valores medios de los áridos en función de su peso unitario tras la compactación. En particular, se ha comprobado que el árido fino tiene un peso unitario compactado medio de 1,871 g/cm³. Por otro lado, el árido grueso tiene un peso unitario compactado algo inferior, con una media de 1,491 g/cm³.

Figura 18

Diagrama del peso unitario compactado



4.1.1 Proporción del Diseño de mezcla $F'c$: 210 kg/cm²

Las pruebas de laboratorio proporcionan la información a partir de la cual podemos extraer los datos que podemos comprender. A continuación, se presenta un resumen de los datos recopilados.

a) Proporción de los componentes de la mezcla estándar

Tabla 10

Combinación de relaciones de diseño

	Dosifi. de materiales				
	Peso seco (kg)	Materiales (kg)	2% AF + 0.10% IA	3% AF + 0.15% IA	3.5% AF + 0.20% IA
Cemento	361	2.621	2.621	2.621	2.621
Ag. Fino	762	4.205	4.205	4.205	4.205
Ag. Grueso	945	5.701	5.701	5.701	5.701
Agua	205	1.147	1.147	1.147	1.147

Se utilizó un tubo de ensayo con un diámetro de 0,15 m y una altura de 0,30 m para obtener los 5,701 kg de áridos gruesos, 4,205 kg de agua, 1,147 ml de sal y 2,621 kg de cemento, tal y como se muestra en la tabla n.º 10, lo que da un volumen de 0,00533 m³.

4.1.2 Análisis de ensayos de concreto en estado fresco

a) (Slump) del concreto

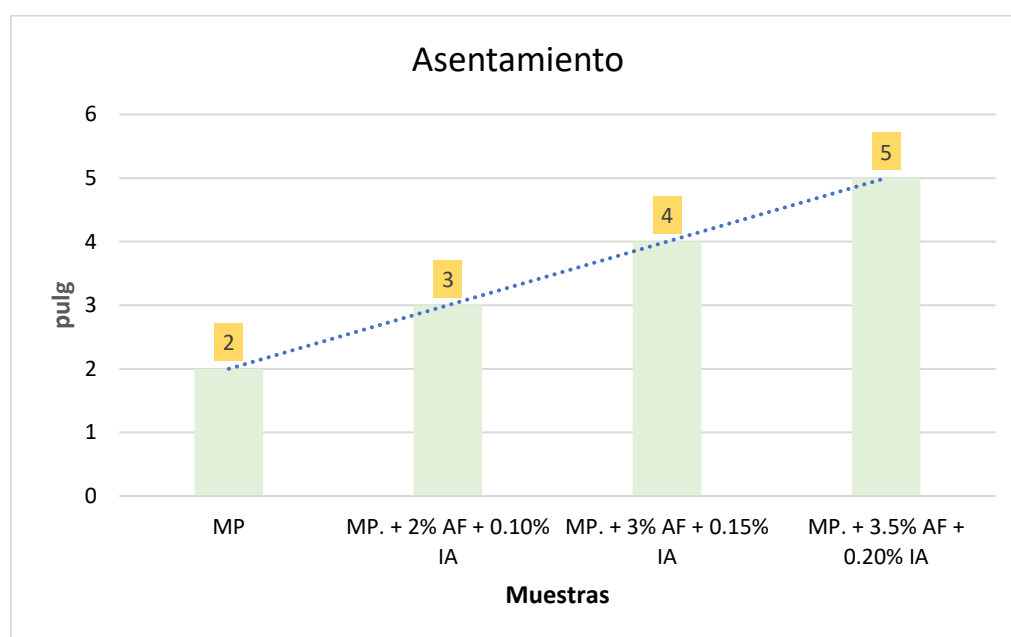
El asentamiento del hormigón, una medida de su consistencia, determina su trabajabilidad. Las herramientas incluyen una varilla de 5/8" y un cono Abrams.

Tabla 11 Asentamiento del concreto

Muestra	Slump
Muestra patrón	2"
MP. + 2% AF + 0.10% IA	3"
MP. + 3% AF + 0.15% IA	4"
MP. + 3.5% AF + 0.20% IA	5"

Figura 19

Verificación del asentamiento



Una caída de 2 pulgadas, como se muestra en la Tabla 11, indica que el hormigón normal está seco y es difícil de trabajar debido a su consistencia. La profundidad de la caída, o consistencia trabajable, fue de 23 pulgadas para el diseño que incluía un 0,10 % de aditivo incorporador de aire y un 2 % de aditivo acelerador de fraguado. Se obtuvo un asentamiento de 4 pulgadas (consistencia plástica) aumentando el aditivo aireante al 0,15 % y el aditivo acelerador de fraguado al 3 %. Con un asentamiento de 5 pulgadas, una consistencia fluida,

los diseños con un 0,20 % de aditivo aireante y un 3,5 % de aditivo acelerador de fraguado se consideraron extremadamente prácticos.

4.1.3 Análisis de la resistencia a la compresión

a. Resistencia a la compresión de la MP

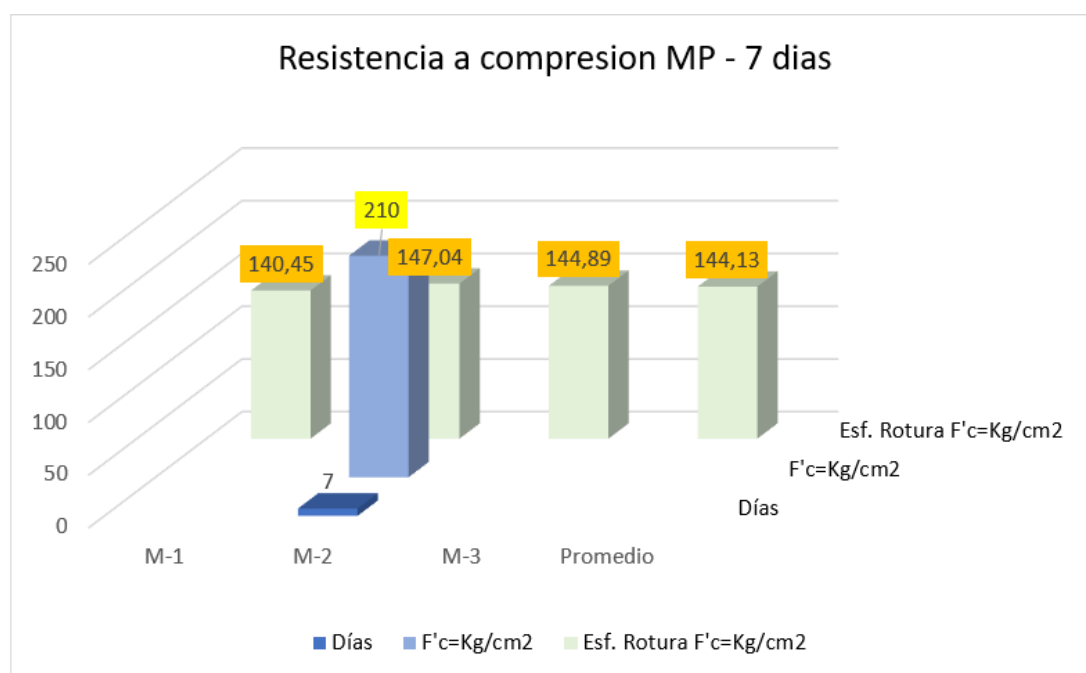
Tabla 12

Existe un patrón en la resistencia a la compresión después de 7 días

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Esf. Rotura F'c=Kg/cm2
M-1			140.45
M-2	7	210	147.04
M-3			144.89
Promedio	7	210	144.13

Figura 20

Mediciones de resistencia realizadas bajo compresión tras 7 días



Se utilizaron tres muestras para determinar la resistencia a la compresión tras siete días. Los resultados obtenidos a partir de estas muestras de referencia son los siguientes: los dos primeros valores son 140,45 kg/cm² y 147,04 kg/cm², mientras que el tercero es 144,89 kg/cm², lo que da un total de 144,13 kg/cm².

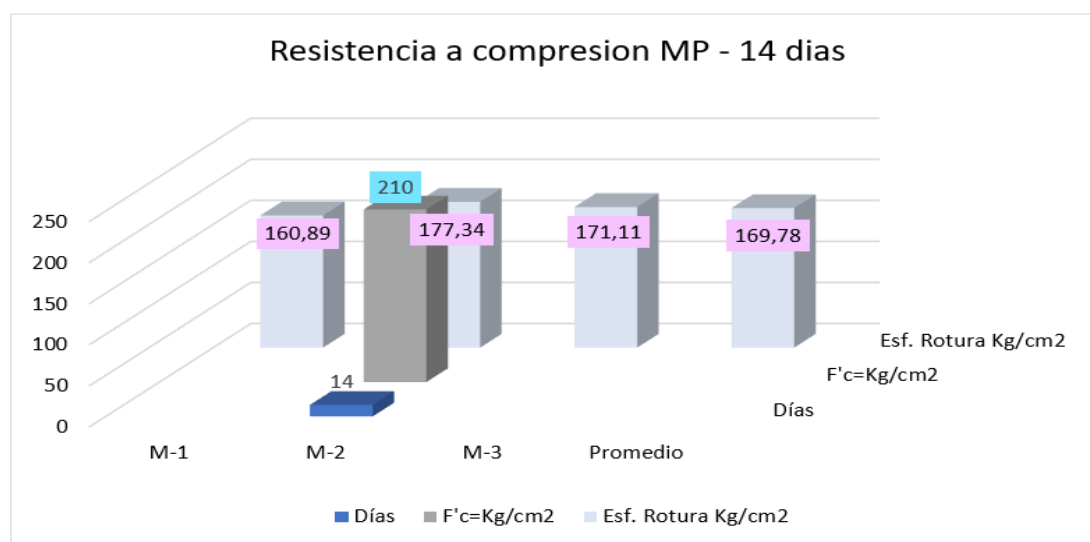
Tabla 13.

A los 14 días, se observa un patrón en la resistencia a la compresión

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1			160.89
M-2	14	210	177.34
M-3			171.11
Promedio	14	210	169.78

Figura 21

Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión realizadas en MP-14 días



Cabe señalar que la resistencia a la compresión a los 14 días se evaluó utilizando tres muestras como referencia. Estos son los resultados obtenidos a partir de estas muestras de referencia: los dos primeros son 160,89 y 177,34 kg/cm², mientras que el tercero es 171,11 kg/cm², lo que da un total de 169,78 kg/cm².

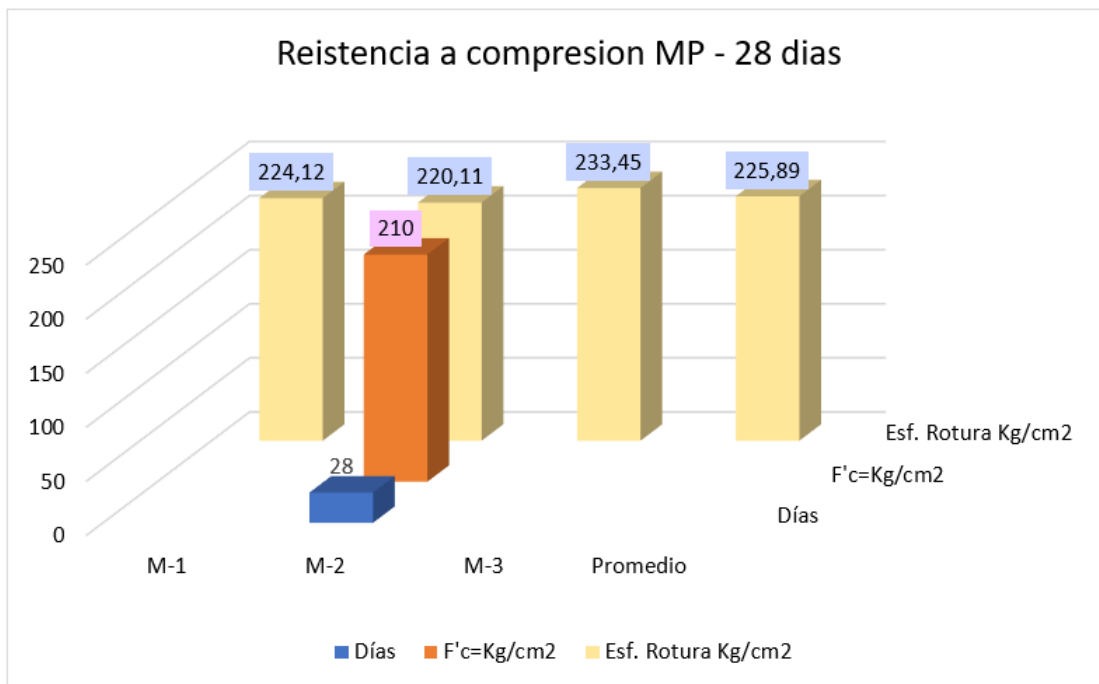
Tabla 14.

El patrón de resistencia a la compresión se muestra tras 28 días

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1			224.12
M-2	28	210	220.11
M-3			233.45
Promedio	28	210	225.89

Figura 22

Mediciones de la resistencia a la compresión tomadas después de 28 días en MP



Después de 28 días, se determinó la resistencia a la compresión del material utilizando tres muestras. Resultados: M-1 = 224,12 kg/cm², M-2 = 220,11 kg/cm² y M-3 = 233,45 kg/cm² se obtuvieron a partir de estas muestras de referencia. El valor medio es de 225,89 kg/cm².

b. Resistencias a la compresión + 2% AF + 0.10% IA

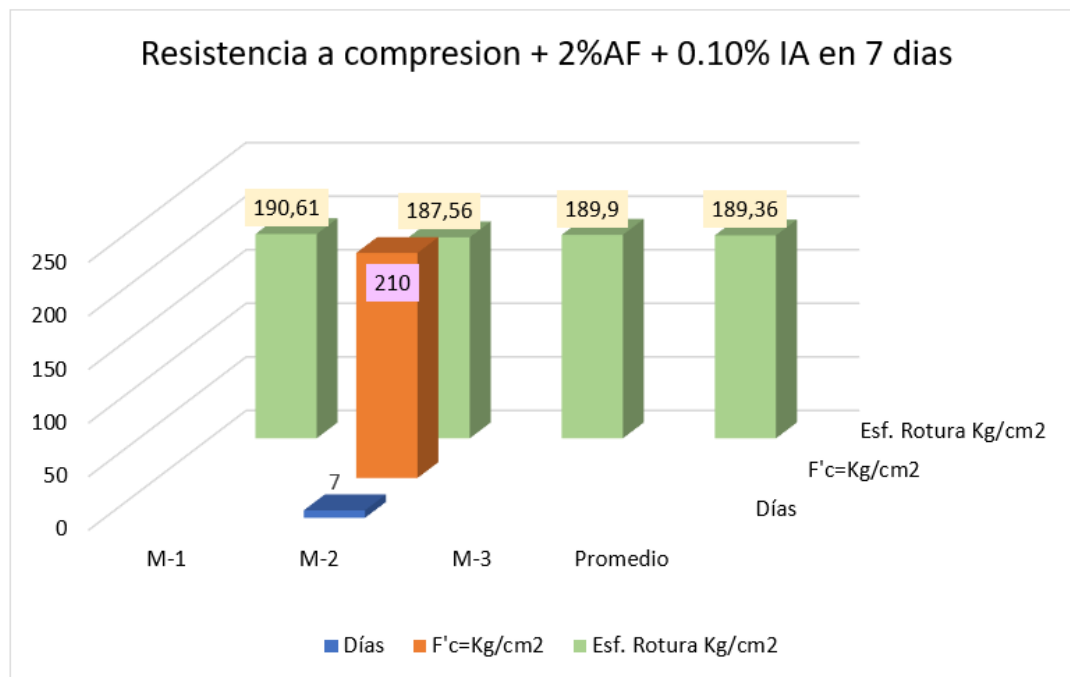
Tabla 15.

Resistencia a la compresión + 2% AF + 0.10% IA en 7 días

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1			190.61
M-2	7	210	187.56
M-3			189.90
Promedio	7	210	189.36

Figura 23

Valores obtenidos de resistencia a compresión + 2% AF + 0.10% IA en 7 días



Cabe señalar que se utilizaron tres muestras para medir la resistencia a la compresión. Después de siete días, se añadió un 2 % de AF y un 0,10 % de IA a las muestras. Estas muestras arrojaron los siguientes valores: los dos primeros valores son 190,61 y 187,56 kg/cm², mientras que el tercero es 189,90 kg/cm², lo que da un total de 189,36 kg/cm².

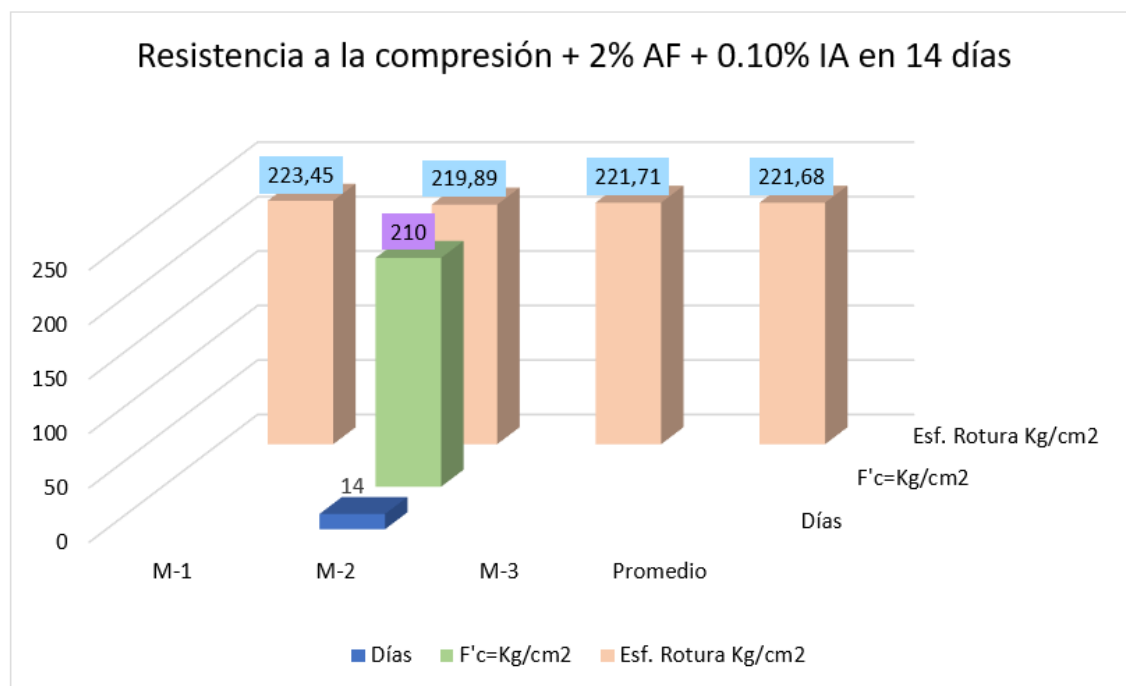
Tabla 16.

Resistencia a la compresión + 2% AF + 0.10% IA en 14 días

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1			223.45
M-2	14	210	219.89
M-3			221.71
Promedio	14	210	221.68

Figura 24

Valores obtenidos de resistencia a compresión + 2% AF + 0.10% IA en 14 días



Tras comprender la integración de 14 días de 2 % AF + 0,10 % IA, se determinó la resistencia a la compresión utilizando tres muestras. Estas muestras arrojaron los siguientes valores: Las masas de M-1, M-2 y M-3 son 223,45 y 219,89 kg/cm², 221,71 y 221,68 kg/cm², respectivamente.

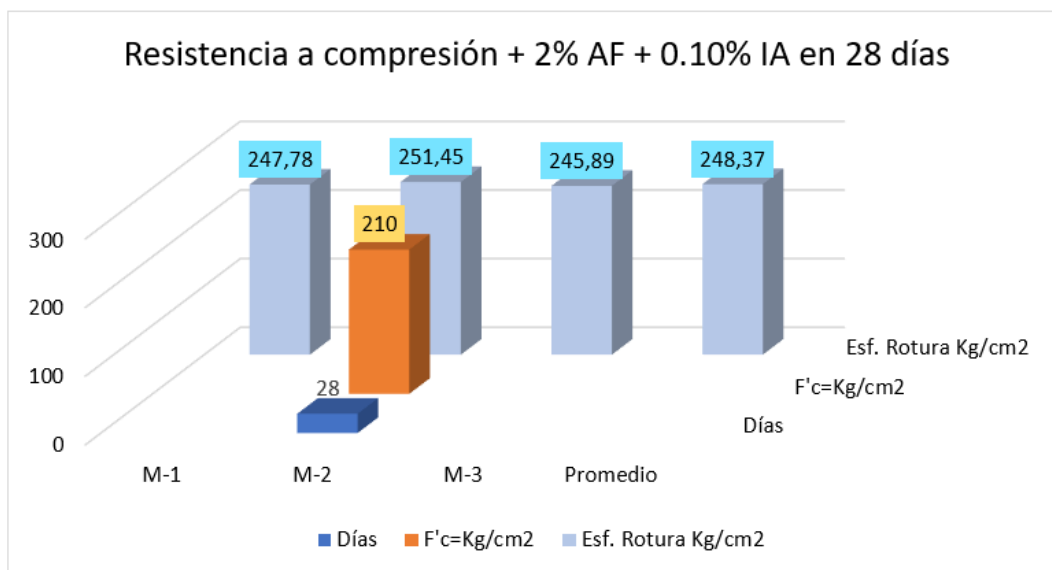
Tabla 17.

Resistencia a la compresión + 2% AF + 0.10% IA en 28 días

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1			247.78
M-2	28	210	251.45
M-3			245.89
Promedio	28	210	248.37

Figura 25

Valores obtenidos de resistencia a compresión + 2% AF + 0.10% IA en 28 días



Cabe mencionar que se utilizaron tres muestras para determinar la resistencia a la compresión tras 28 días, utilizando una combinación de 2 % de AF y 0,10 % de IA. A partir de estas muestras, podemos observar que M-1 = 247,78 kg/cm², M-2 = 251,45 kg/cm², M-3 = 245,89 kg/cm² y una media de 248,37 kg/cm².

c. Resistencias a la compresión + 3% AF + 0.15% IA

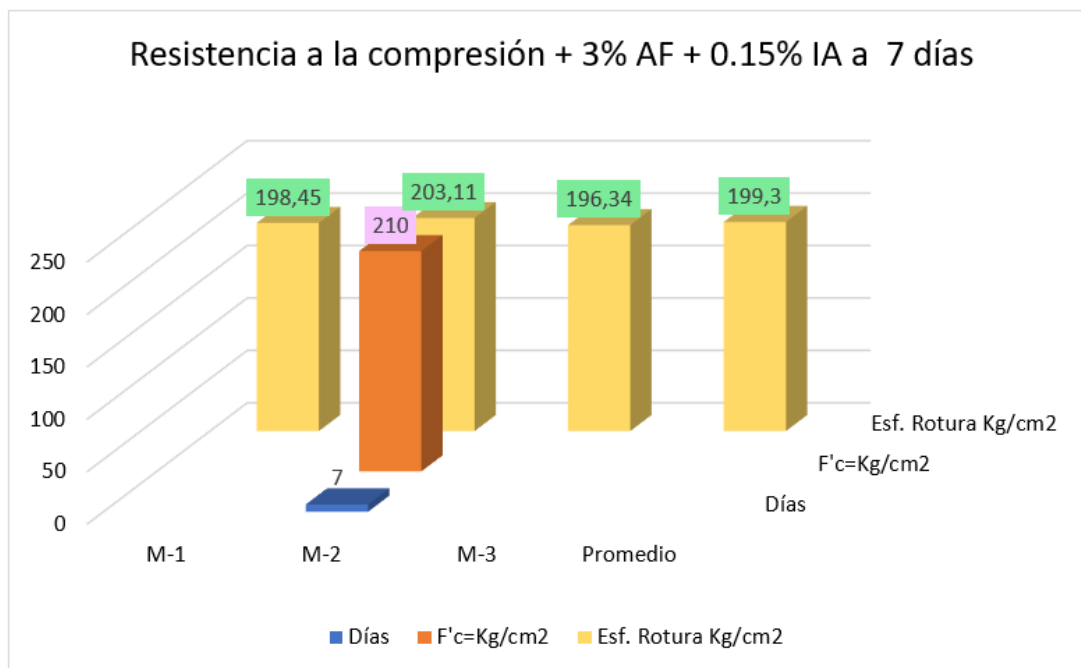
Tabla 18.

Resistencia a la compresión + 3% AF + 0.15% IA a los 7 días

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1			198.45
M-2	7	210	203.11
M-3			196.34
Promedio	7	210	199.30

Figura 26

Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3% AF + 0.15% IA - 7 días



Cabe señalar que se utilizaron tres muestras para medir la resistencia a la compresión. Después de siete días, se añadió un 3 % de AF y un 0,15 % de IA a las muestras. Estas muestras arrojaron los siguientes valores: los dos primeros valores son 198,45 kg/cm² y 203,11 kg/cm², mientras que el tercer valor es 196,34 kg/cm², lo que da un total de 199,30 kg/cm².

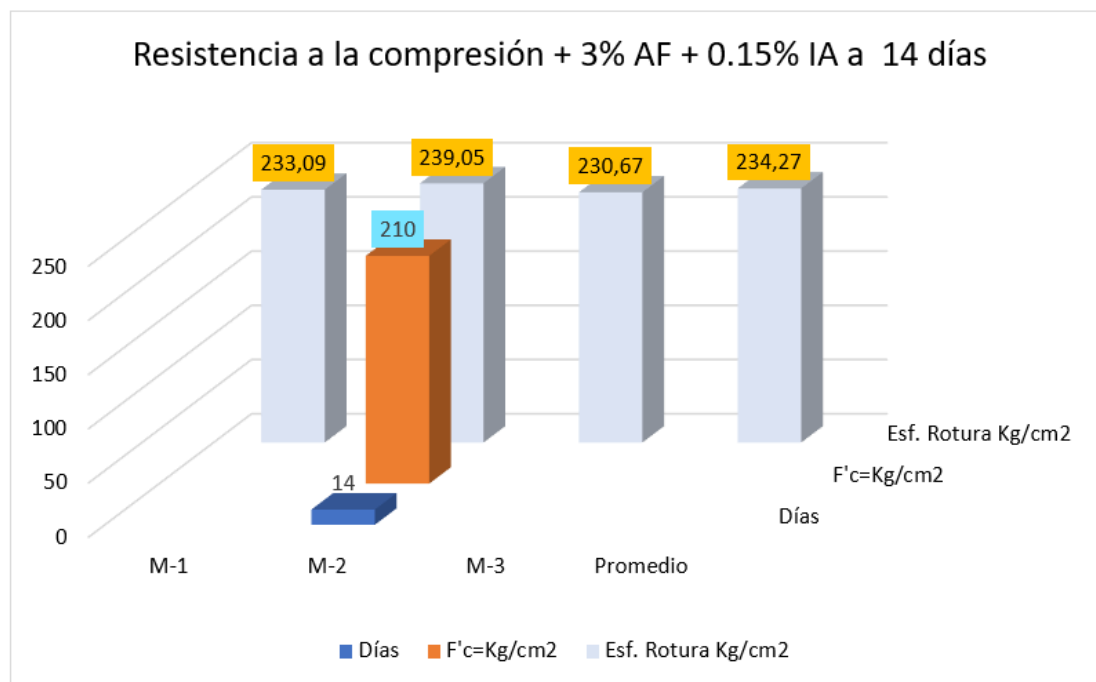
Tabla 19.

Resistencia a la compresión + 3% AF + 0.15% IA a los 14 días

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1			233.09
M-2	14	210	239.05
M-3			230.67
Promedio	14	210	234.27

Figura 27

Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3% AF + 0.15% IA – 14 días



Después de 14 días, se determinó la resistencia a la compresión utilizando tres muestras, teniendo en cuenta la integración de +3 % AF +0,15 % IA. Las muestras M-1, M-2 y M-3 arrojaron concentraciones de 233,09, 239,05 y 230,67 kg/cm², respectivamente, con un total de 234,27 kg/cm².

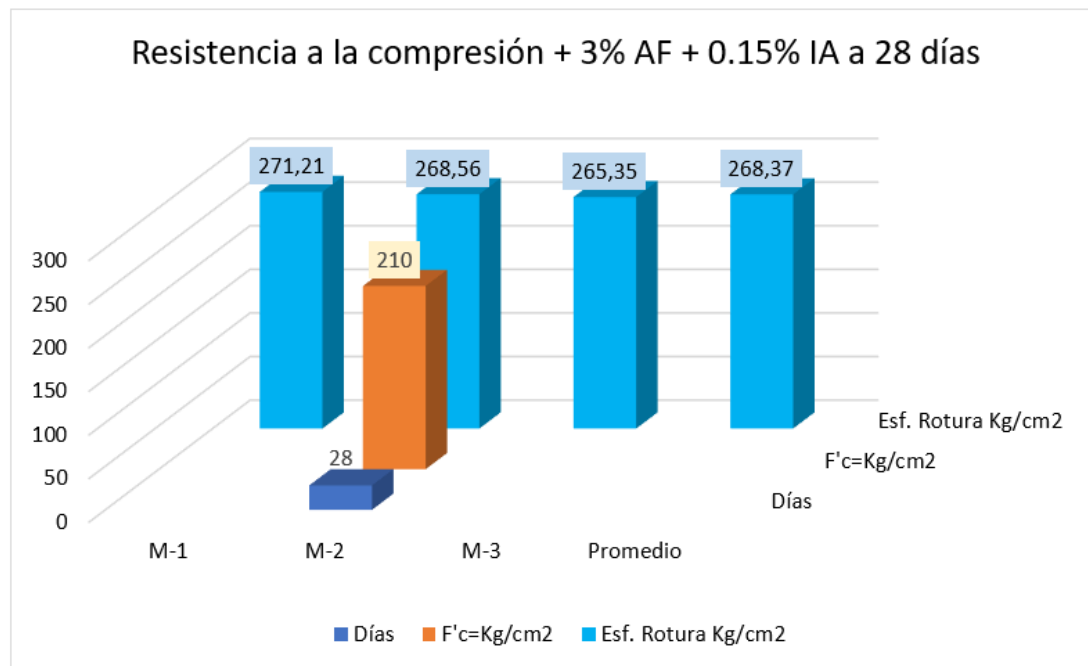
Tabla 20

. Resistencia a la compresión + 3% AF + 0.15% IA a los 28 días

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1			271.21
M-2	28	210	268.56
M-3			265.35
Promedio	28	210	268.37

Figura 28

Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3% AF + 0.15% IA – 28 días



La resistencia a la compresión se determinó utilizando tres muestras después de 28 días, y la mezcla incluía un 3 % de AF y un 0,15 % de IA. La media de las muestras fue de 268,37 kg/cm², y los valores medios individuales fueron 271,21 kg/cm², 268,56 kg/cm² y 265,35 kg/cm².

d. Resistencias a la compresión + 3.5% AF + 0.20% IA

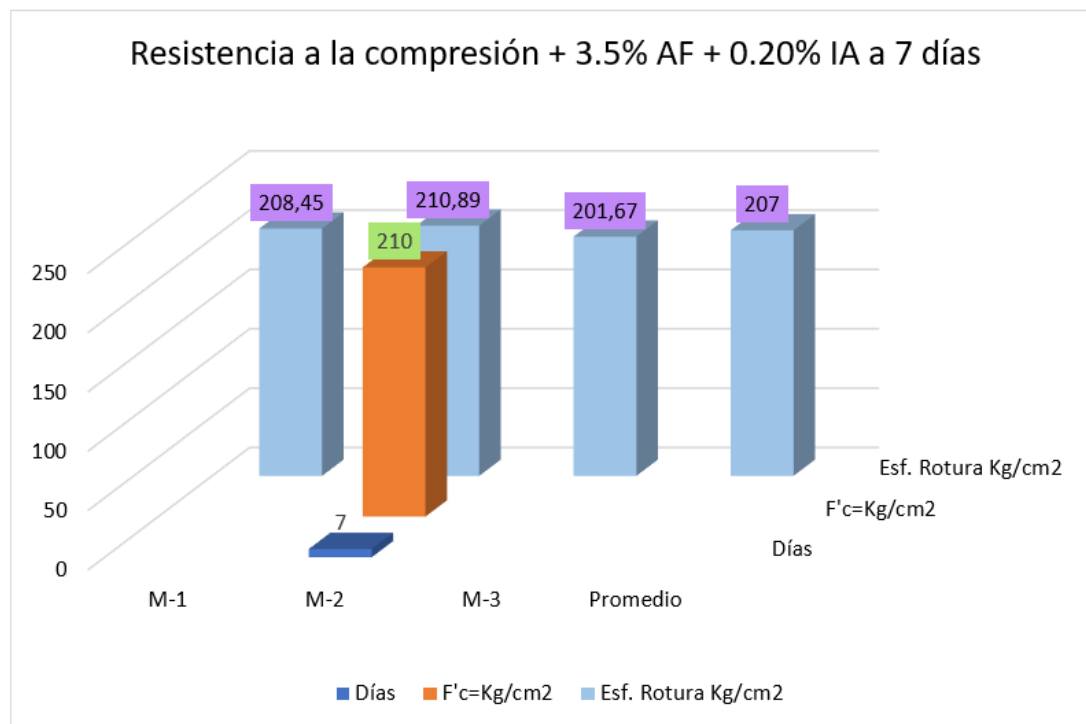
Tabla 21.

Resistencia a la compresión + 3.5% AF + 0.20% IA a los 7 días

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1			208.45
M-2	7	210	210.89
M-3			201.67
Promedio	7	210	207.00

Figura 29

Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3.5% AF + 0.20% IA – 7 días



La resistencia a la compresión se determinó añadiendo un 3,5 % de AF y un 0,20 % de IA a cuatro muestras tras siete días. Estas muestras arrojaron los siguientes valores: la densidad media es de 207,00 kg/cm², con valores individuales de 208,45 kg/cm², 210,89 kg/cm² y 201,67 kg/cm².

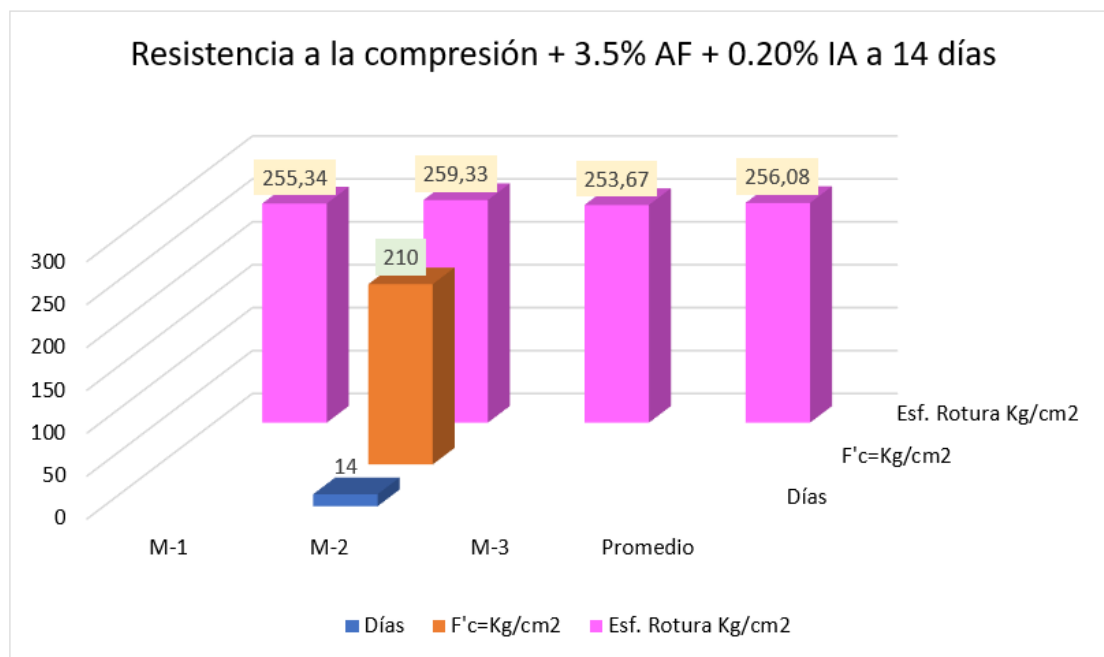
Tabla 22.

Resistencia a la compresión + 3.5% AF + 0.20% IA a los 14 días

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1			255.34
M-2	14	210	259.33
M-3			253.67
Promedio	14	210	256.08

Figura 30

Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3.5% AF + 0.20% IA – 14 días



Tras 14 días de integración con un 3,5 % de AF y un 0,20 % de IA, se determinó la resistencia a la compresión utilizando tres muestras. La media de las muestras fue de 256,08 kg/cm², con valores individuales de 255,34 kg/cm², 259,33 kg/cm² y 253,67 kg/cm².

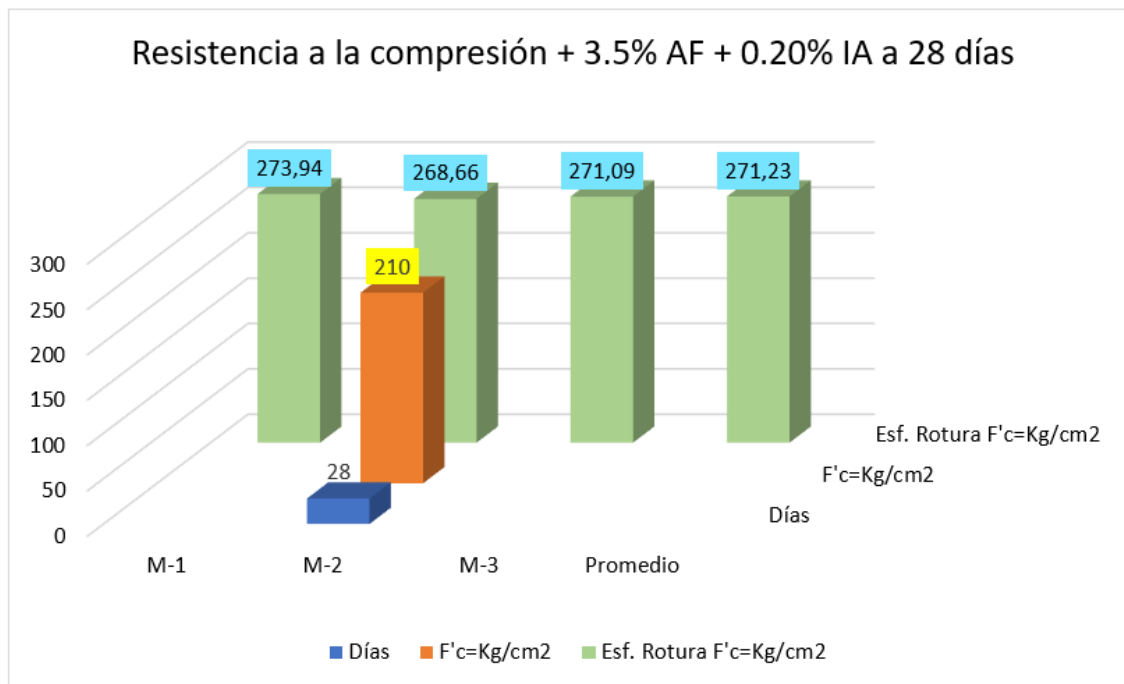
Tabla 23.

Resistencia a la compresión + 3.5% AF + 0.20% IA a los 28 días

Muestras	Días	F'c=Kg/cm ²	Esf. Rotura F'c=Kg/cm ²
M-1			273.94
M-2	28	210	268.66
M-3			271.09
Promedio	28	210	271.23

Figura 31

Valores obtenidos de resistencia a compresión + 3.5% AF + 0.20% IA – 28 días



Cabe mencionar que se utilizaron tres muestras para determinar la resistencia a la compresión tras 28 días, utilizando una combinación de 3,5 % de AF y 0,20 % de IA. A partir de estas muestras se calculó una media de 271,23 kg/cm², con mediciones individuales de 273,94 kg/cm², 268,66 kg/cm² y 271,09 kg/cm².

4.1.4 Revisión estadística de los resultados medios de resistencia a la compresión

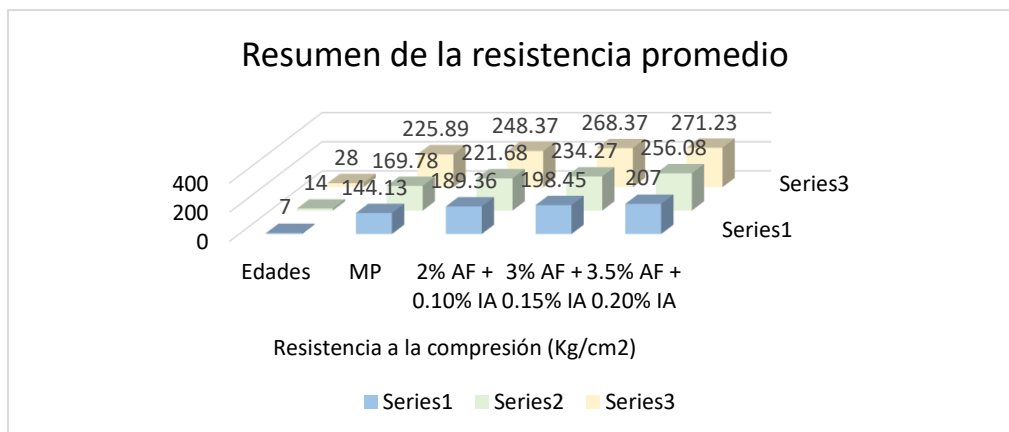
Tabla 24

Resumen de la resistencia promedio

Edades	MP	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)		
		2% AF + 0.10% IA	3% AF + 0.15% IA	3.5% AF + 0.20% IA
7	144.13	189.36	198.45	207.00
14	169.78	221.68	234.27	256.08
28	225.89	248.37	268.37	271.23

Figura 32

Valores representativos de resistencia a la compresión



Desde la muestra de referencia a 225,89 kg/cm² hasta la muestra con un 3,5 % de AF + 0,20 % añadido a 271,23 kg/cm², la resistencia aumenta significativamente.

4.1.5 Análisis de la resistencia a flexión

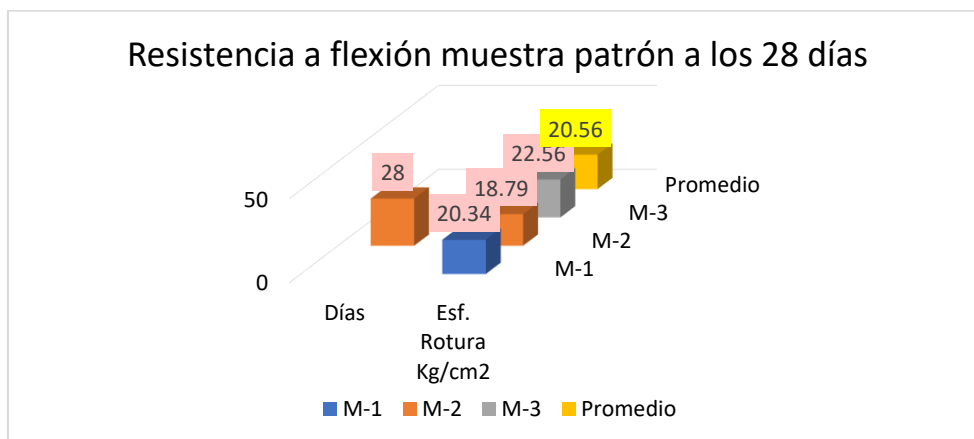
Tabla 25.

Resistencia a flexión muestra patrón a los 28 días

Muestras	Días	Esf. Rotura Kg/cm ²
M-1		20.34
M-2	28	18,79
M-3		22.56
Promedio		20.56

Figura 33

Comparativa de resistencias alcanzadas muestra patrón



Después de 28 días, se comparó la resistencia a la flexión de las muestras que tenían los mejores porcentajes, así como las que tenían aceleradores de fraguado y aditivos incorporadores de aire.

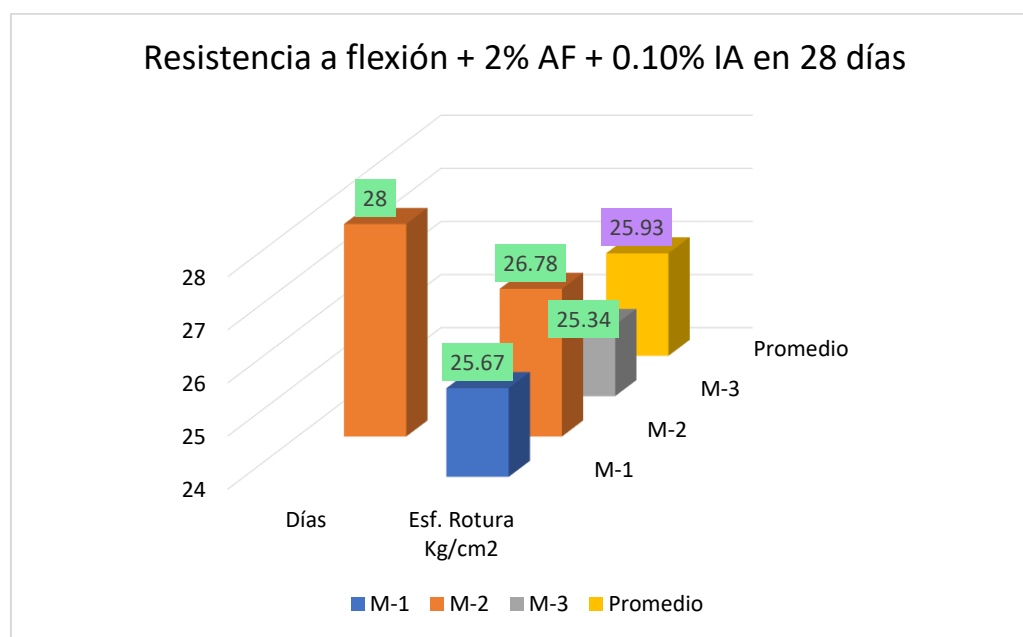
Tabla 26

Resistencia a flexión + 2% AF + 0.10% IA en 28 días

Muestras	Días	Esf. Rotura Kg/cm ²
M-1		25.67
M-2	28	26.78
M-3		25.34
Promedio		25.93

Figura 34

Comparativa de resistencias alcanzadas



Este gráfico muestra la resistencia a la flexión de la muestra en diferentes condiciones, haciendo hincapié en los valores obtenidos en las condiciones óptimas, cuando se utilizaron aceleradores y aditivos incorporadores de aire. Las conclusiones obtenidas de los ensayos indican que la muestra tiene una resistencia media excepcional de 25,93 kg/cm².

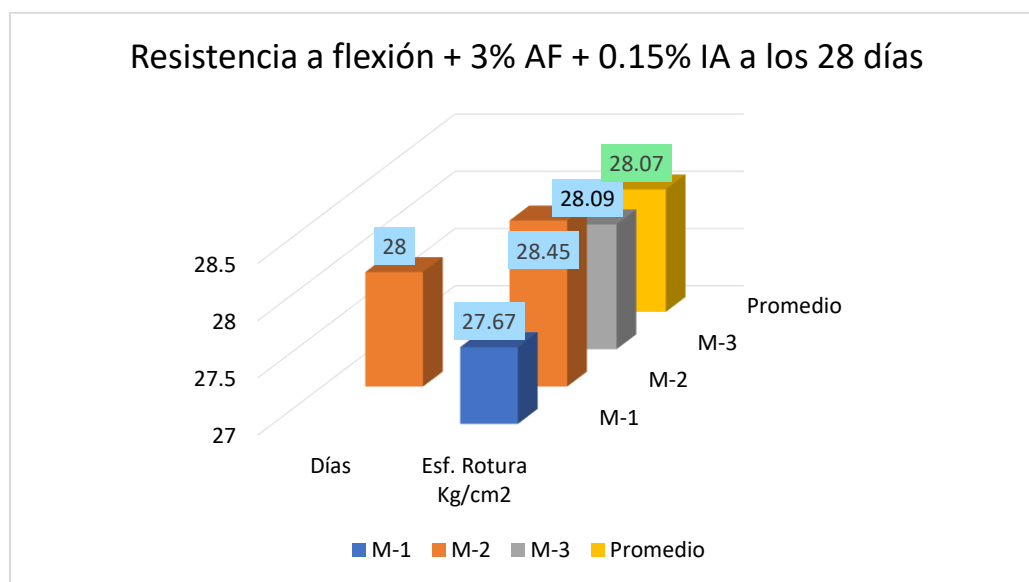
Tabla 27.

Resistencia a flexión + 3% AF + 0.15% IA a los 28 días

Muestras	Días	Esf. Rotura Kg/cm ²
M-1		27.67
M-2	28	28.45
M-3		28.09
Promedio		28.07

Figura 35

Comparativa de resistencias alcanzadas



Este gráfico muestra la resistencia a la flexión de la muestra en diferentes condiciones, haciendo hincapié en los valores obtenidos en las condiciones óptimas, cuando se utilizaron aceleradores y aditivos incorporadores de aire. Los resultados mostraron que, con una resistencia media de 28,07 kg/cm², esta muestra es bastante resistente.

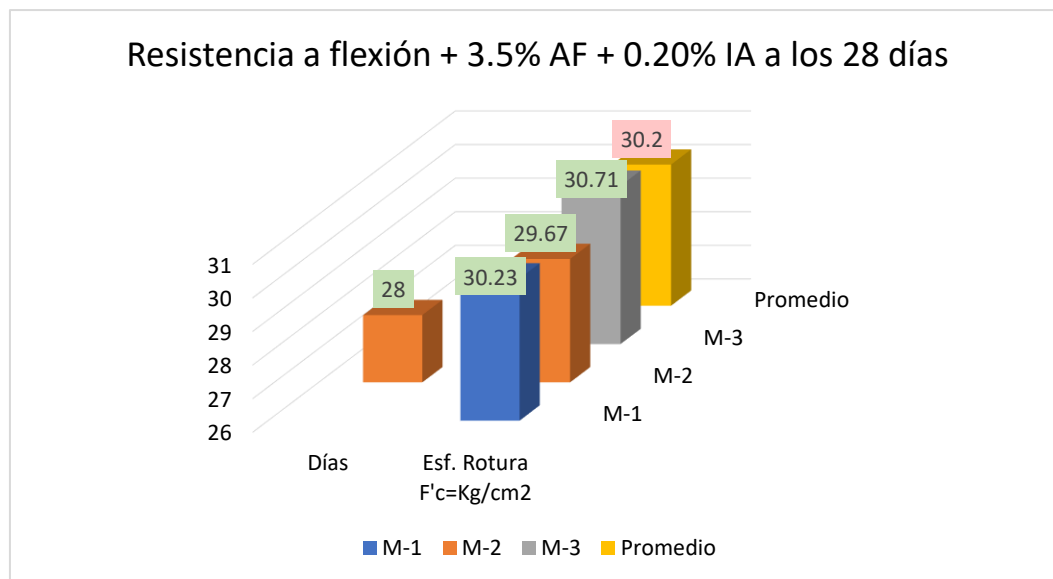
Tabla 28.

Resistencia a flexión + 3.5% AF + 0.20% IA a los 28 días

Muestras	Días	Esf. Rotura F'c=Kg/cm ²
M-1		30.23
M-2	28	29.67
M-3		30.71
Promedio		30.20

Figura 36

Comparativa de resistencias alcanzadas

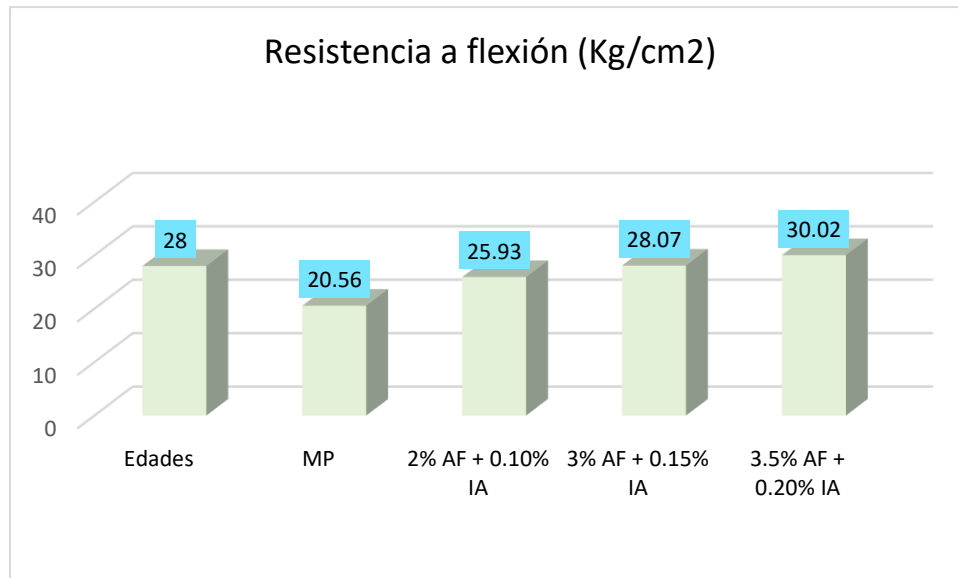


Este gráfico muestra la resistencia a la flexión de la muestra en diferentes condiciones, haciendo hincapié en los valores obtenidos en las condiciones óptimas, cuando se utilizaron aceleradores y aditivos incorporadores de aire. Los resultados mostraron que, con una resistencia media de 30,02 kg/cm², esta muestra es bastante resistente.

Tabla 29

comparativa de resistencia flexión

Edades	MP	Resistencia a flexión (Kg/cm ²)		
		2% AF + 0.10% IA	3% AF + 0.15% IA	3.5% AF + 0.20% IA
28	20.56	25.93	28.07	30.02

Figura 37*Comparativa de la resistencia a flexión*

La resistencia del hormigón convencional en comparación con la mejor combinación de 3,5 % de AF + 0,20 % de IA a los 28 días se muestra en el gráfico.

4.2 Discusión de resultados

El hormigón fabricado presenta mejores cualidades. Según los límites del fabricante, el hormigón del grupo de estudio incluía aditivos aireantes en concentraciones del 0,10 %, 0,15 % y 0,20 %, mientras que el hormigón normal no contenía ningún aditivo. El aditivo acelerador también se utilizó en concentraciones del 2 %, 3 % y 3,5 %, tal y como se especifica en su ficha técnica. El hormigón recién fabricado del grupo de control tenía una trabajabilidad de 2 pulgadas, sin embargo, al añadir más aditivos, la trabajabilidad aumentó a 3, 4 y 5 pulgadas.

La trabajabilidad del nuevo hormigón revela que el asentamiento aumenta con el aumento de la cantidad de aditivos, llegando a alcanzar las 5 pulgadas.

Según las propiedades mecánicas de la resistencia a la compresión, la cantidad de aditivos determina la rapidez con la que se alcanza el diseño estipulado, que en este caso es de 14 días. Lo siguiente se hace evidente cuando clasificamos las categorías según la edad del hormigón: Al principio, podemos decir que este hormigón alcanzó 144,13 después de



7 días del control. Los resultados se muestran en las tablas 15 y 16, con un promedio de 189,36 kg/, después de 7 días utilizando un aditivo aireante al 0,10 % y un aditivo acelerador al 2 %. Tras 7 días utilizando un aditivo al 3 % y un aditivo aireante al 0,15 %, las tablas muestran una resistencia a la compresión de 198,45 kg/cm². Se alcanzó una compresión de 207,00 kg/cm² en la primera semana cuando se utilizó un aditivo aireante al 0,20 % y un aditivo acelerador al 3,5 %.

La densidad final de 169,78 kg/cm² se alcanzó tras 14 días de tratamiento sin aditivos. El hormigón mezclado con un 0,10 % de aditivo aireante y un 2 % de aditivo acelerador alcanzó una resistencia a la compresión de 221,68 kg/cm² 14 días después de la mezcla, como se muestra en las tablas. Después de 14 días, los datos muestran que se alcanzó una densidad de 234,27 kg/cm² empleando una combinación de un aditivo acelerador al 3 % y un aditivo incorporador de aire al 0,15 %. Se alcanzó una resistencia de 256,08 kg/cm² tras 14 días de aplicar un aditivo con una concentración del 3,5 % y un aditivo aireante del 0,20 %.

Sin aditivos, la resistencia a la compresión fue de 225,89 kg/cm² después de 28 días; con un 0,10 % de aditivos aireantes y un 2 % de aditivos acelerantes, fue de 248. El nivel de compresión final fue de 268,37 kg/cm² tras 28 días de empleo de un aditivo con una concentración del 0,15 % de aire y un 3 % de acelerante. Las estadísticas muestran que se logró una compresión media de 271,23 kg/cm² utilizando un aditivo aireante del 0,20 % y un aditivo acelerante del 3,5 %.

El resumen revela que la resistencia a la flexión aumenta con el aumento de las concentraciones de aditivos, alcanzando un máximo de 30,02 kg/cm² en términos de atributos mecánicos. A continuación, detallamos cómo se procesaron los datos de cada grupo utilizando la adición de aditivos y la edad. Todas las cifras que se muestran aquí corresponden al hormigón normal sin tratar. La tabla 29 muestra que se logró una resistencia a la rotura media de 20,56 kg/cm² y una resistencia a la flexión de 25,93 kg/cm²



tras 28 días de aplicación de un aditivo aireante al 0,20 % y un aditivo acelerador al 2 %.

Se logró una resistencia a la flexión de 28,07 kg/cm² con un aumento de los aditivos al 0,15 % de aditivo aireante y al 3 % de aditivo acelerador. Como se muestra en las tablas, la resistencia a la rotura media tras 28 días de aplicación de un 0,20 % de aditivo aireante y un 3,5 % de aditivo acelerador es de 30,02 kg/cm².

CONCLUSIONES

Se obtuvieron los siguientes parámetros físicos al evaluar el impacto de añadir un aditivo aireante y un acelerador al hormigón estructural en sus propiedades mecánicas y físicas: Se observó un asentamiento de 2« en la muestra de control, lo que corresponde a una consistencia seca. Por el contrario, las muestras que se sometieron a una serie de aumentos de aditivo aireante y acelerador dieron lugar a asentamientos de 3», 4« y 5». Para mejorar la uniformidad, utilice una mayor cantidad de aditivo. En cuanto a las propiedades mecánicas, concretamente la resistencia a la compresión después de 28 días, los resultados de la muestra de control, la muestra con un 1 % de aditivo incorporador de aire y la muestra con 5 % fueron los siguientes: 100, 120 y 140 para la muestra de control; 120, 140 y 160 para la muestra con un 1 % de aditivo; y 400 para el hormigón de diseño. Para mejorar la uniformidad, utilice una mayor cantidad de aditivo. En cuanto a las propiedades mecánicas, el hormigón modelo alcanzó resistencias a la compresión de 225,89 kg/cm² tras 28 días de mezcla con 210 kg/cm² de hormigón, 248,37 kg/cm², 268,37 kg/cm² y 271,23 kg/cm² como resultado del aumento de la cantidad de aditivos. Es evidente que los resultados mejoraron a medida que aumentó la cantidad de aditivos.

La trabajabilidad se evaluó determinando el efecto de los aditivos incorporadores de aire y aceleradores. Se observó una caída de 2« en la muestra de control, lo que indica una densidad seca. Se produjo una muestra con una consistencia plástica y un asentamiento de 3» añadiendo un 0,2 % de aditivo acelerador y un 0,10 % de aditivo incorporador de aire. Se observó un asentamiento de 4 pulgadas, o consistencia plástica, en la muestra que incluía un 0,15 % de aditivo incorporador de aire y un 3 % de aditivo acelerador. El 0,20 % de aditivo incorporador de aire y el 3,5 % de aditivo acelerador dieron como resultado una muestra con un asentamiento de 5 pulgadas y una consistencia blanda. Es evidente que la trabajabilidad mejora considerablemente al añadir más aditivos.



Se evaluó la resistencia a la flexión del hormigón estructural con y sin aceleradores y aditivos que incorporan aire. Se realizó una prueba de flexión en los cuatro grupos después de 28 días, y el hormigón de control alcanzó una resistencia de 20,56 kg/cm². Las mezclas experimentales demostraron resistencias superiores, con concentraciones de 25,93 kg/cm², 28,07 kg/cm² y 30,02 kg/cm², respectivamente. A diferencia de la menor resistencia a la flexión del hormigón de referencia, las mezclas experimentales con niveles crecientes de aditivos demostraron una mayor resistencia a la flexión. Esto demuestra que las adiciones mencionadas anteriormente tienen un impacto significativo en la resistencia a la flexión.



RECOMENDACIONES

Al incluir aditivos en sus diseños de hormigón, los ingenieros civiles pueden garantizar un hormigón de alta calidad en la obra con propiedades mecánicas mejoradas, al tiempo que se cumplen los porcentajes mínimos y máximos recomendados que figuran en las fichas técnicas de los aditivos.

La piedra triturada, que tiene propiedades geométricas superiores a las del material fluvial, es un ejemplo de árido clasificado que los proveedores de materiales podrían considerar ofrecer. Esto mejoraría la calidad del hormigón fabricado.

Debido a las grandes oscilaciones de temperatura en nuestra región, se recomienda invertir en investigar los mejores áridos que se pueden utilizar y experimentar con diferentes aditivos para fabricar hormigón con propiedades físicas y mecánicas mejoradas.

Los porcentajes máximos que se deben emplear deben determinarse comprobando la inflexión en la curva de resistencia, y se insta a los investigadores a considerar porcentajes de aditivos superiores a los especificados en la ficha técnica.

Igualmente, importante es aumentar la rotura en una fase temprana, antes de los 7 días, si se desea averiguar la rapidez con la que aumenta la resistencia a la compresión.



BIBLIOGRAFIA

Aching, P., & del Castillo, W. (2018). *Influencia del plastificante reductor de agua sika-cem en el concreto cemento – arena - Iquitos, 2018. SAN JUAN BAUTISTA: UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.*

Albornoz, J. (2014). *Efecto de la incorporacion de mezcla de fibras polipropileno / polietileno sobre la exudación y la resistencia mecánica del hormigón. Universidad de Valparaíso de Chile.*

Aleman, R. A., & Cordova, H. E. (2021). *Influencia del tipo de cemento en el asentamiento, pérdida de trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional, Trujillo 2021. Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte.*

Alfaro, A. (2017). *Concreto permeable como sistema de drenaje de aguas pluviales en estacionamientos, casi Farmacias San Pablo, Sucursal Tláhuac-Culhuacán. Instituto Politécnico Nacional.*

Arequipa, A. (2022). *Manual del Maestro Constructor . El concreto.*

Becerra, M. (2012). *Tópicos de Pavimentos de Concreto: Diseño, Construcción y Supervisión. Lima.*

Beltrán, A., & Villalba, S. (2020). *Diseño de mezcla para concreto permeable con fibra de vidrio. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.*

Branco, T. (2019). *Evaluación de las propiedades del concreto permeable en pavimentos especiales, Lambayeque. 2018. Universidad Señor de Sipán.*

Calloapaza, A. (2021). *Estudio comparativo del esfuerzo a compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ con aditivo Chema 3 y SikaCem Acelerante PE, Juliaca -2021. Universidad César Vallejo.*



Capillo, G. A., & Palma, L. (2020). *Adición paja de trigo para evaluar las propiedades físico - mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en columnas, Aucallama – 2020*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.

Carrasco, S. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Lima: San Marcos.

Casilla, Y., & Condori, L. (2023). *Influencia de la Fibra de Vidrio en las Propiedades del Concreto Permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Ciudad de Juliaca – 2023*. Universidad César Vallejo.

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*. Universidad de Cartagena.

Cervantes, A. (2020). *Estudio de factibilidad del concreto permeable y su posible aplicación en la ciudad de barranquilla, Colombia*. Universidad de la Costa.

Chávez, A., & Mendoza, J. (2021). *Análisis de las propiedades mecánicas del pavimenterígido incorporando virutas de aluminio reciclado en Ate 2021*. Universidad Cesar Vallejo. Lima: UCV.

Cohen, N., & Gómez, G. (2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué?* Buenos Aires, Argentina: Editorial Teseo.

Coronado, J., & Maguiña, Á. (2019). *Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades físico-mecánicas del concreto permeable para su empleo en el Jr. Huascarán, Huaraz – 2019*. Universidad César Vallejo.

Cubas, C., & Tafur, N. (2019). *Correlación entre el esfuerzo de compresión y el módulo de rotura en concretos autocompactantes, utilizando agregados de las canteras Tres Tomas y La Victoria de la región Lambayeque y su aplicación en pavimentos rígidos*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque: UNPRG.



Escalante, D. (2019). *Análisis comparativo de resistencia a compresión y permeabilidad de concreto poroso adicionado con fibras de vidrio con agregados de la cantera de huancachupa con respecto a un concreto poroso de agregado fino - Huánuco 2018. Universidad Nacional "Hermilio Valdizán".*

Escobar, J., Guerra, J., & Egeuz, H. (2023). *Tamaño máximo del agregado y su influencia en la porosidad de un hormigón elaborado con fibra de vidrio. Revista Científica "INGENIAR", 6(11). <https://doi.org/https://doi.org/10.46296/ig.v6i11edespmayo.0095>*

Espinoza, B. A., & Guerrero, J. F. (2020). *Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Usando Cementos Sol y Quisqueya en la Ciudad de Huaraz, 2019. Huaraz, Perú: Universidad César Vallejo.*

Farfán, J., & Rojas, E. (2022). *Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión y Permeabilidad en el Concreto Permeable con la Incorporación de Diferentes Tamaños de Agregados, Lima 2021. Universidad Privada del Norte.*

Galván, L., & de la Cruz, M. (2014). *Análisis de la resistencia a la compresión y los estándares en contenido de aire para concreto permeable en equipamiento urbano. CienciAcierta(40), 19-22.*

García, J. (2020). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando viruta de aluminio secundario, Lambayeque, 2020. Pimental: Universidad Señor de Sipan. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8075>*



ANEXOS



ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA



TIULO: INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Pregunta general:</p> <p>¿Cómo influye el uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca?</p> <p>Preguntas específicas:</p> <p>¿Cómo influye el uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la trabajabilidad del concreto hidráulico?</p> <p>¿Cuál es la influencia del uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico?</p> <p>¿Cuál es la influencia del uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la resistencia a la Flexión del concreto hidráulico?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Analizar influencia del uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar la influencia del uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la trabajabilidad del concreto hidráulico</p> <p>Determinar la influencia del uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico</p> <p>Determinar la influencia del uso de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire en la resistencia a la Flexión del concreto hidráulico.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Juliaca</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>El uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire es positivo en la trabajabilidad de un concreto hidráulico</p> <p>El uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire aumenta la resistencia a la compresión del concreto hidráulico</p> <p>El uso de aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire aumenta la resistencia a la flexión del concreto hidráulico</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Aditivos acelerantes de fragua e incorporadores de aire</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Propiedades físicas y mecánicas</p>	<p>- Dosificación en %</p> <p>- Asentamiento</p> <p>- Resistencia a la compresión</p> <p>- Resistencia a la flexión</p>	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Enfoque: Causa-efecto</p> <p>Método: Cuantitativo</p> <p>Población: El hormigón tradicional y el hormigón con diferentes cantidades de aditivos, como aceleradores de fraguado y aire antes, constituirán la población del estudio.</p> <p>Muestra: Se observarán y analizarán las resistencias a la compresión y a la flexión, que se midieron a intervalos de 7, 14 y 28 días para esta investigación, utilizando esta adicción.</p>



ANEXO 02
RESULTADOS DE LABORATORIO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D42216 - D2216 - D427 - D2487)

TESIS : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA

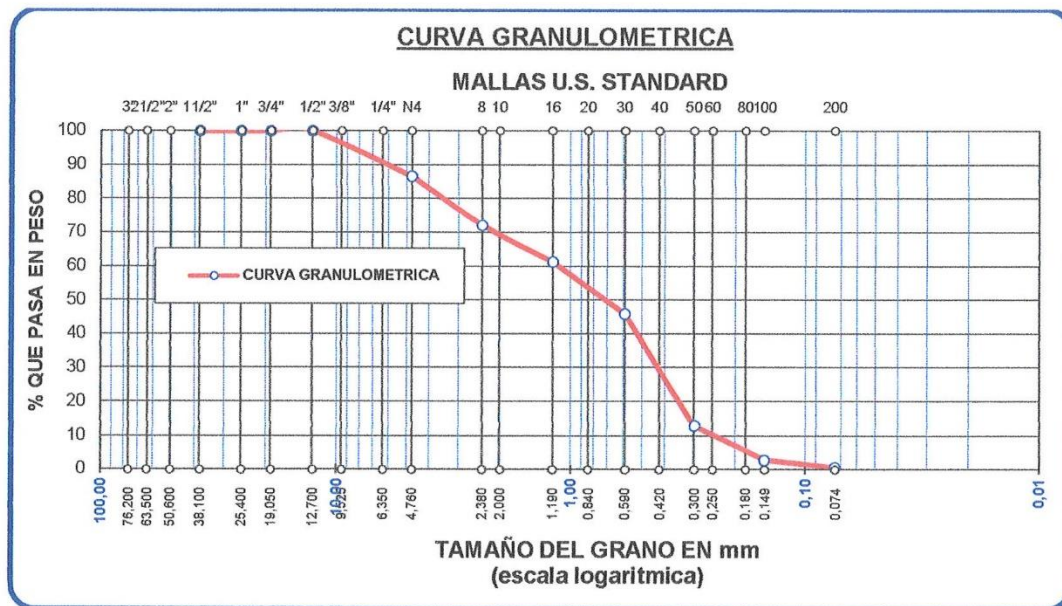
SOLICITANTE : Bach. BRAULIO PUMA PUMA

UBICACIÓN : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

FECHA : 02 de Setiembre del 2024

AGREGADO FINO

Tamiz	mm	P. retenido (gr)	% R. parcial	% R. acumulado	% pasa
No4	4.760	260.02	13.41	13.41	86.59
No8	2.380	279.05	14.40	27.81	72.19
No16	1.190	210.67	10.87	38.68	61.32
No30	0.590	297.34	15.34	54.02	45.98
No 50	0.300	641.31	33.08	87.10	12.90
No100	0.149	195.09	10.06	97.16	2.84
No200	0.074	43.11	2.22	99.39	0.61



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA

Mgtr. ARNALDO YANATORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308020



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D42216 - D2216 - D427 - D2487)

TESIS : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA

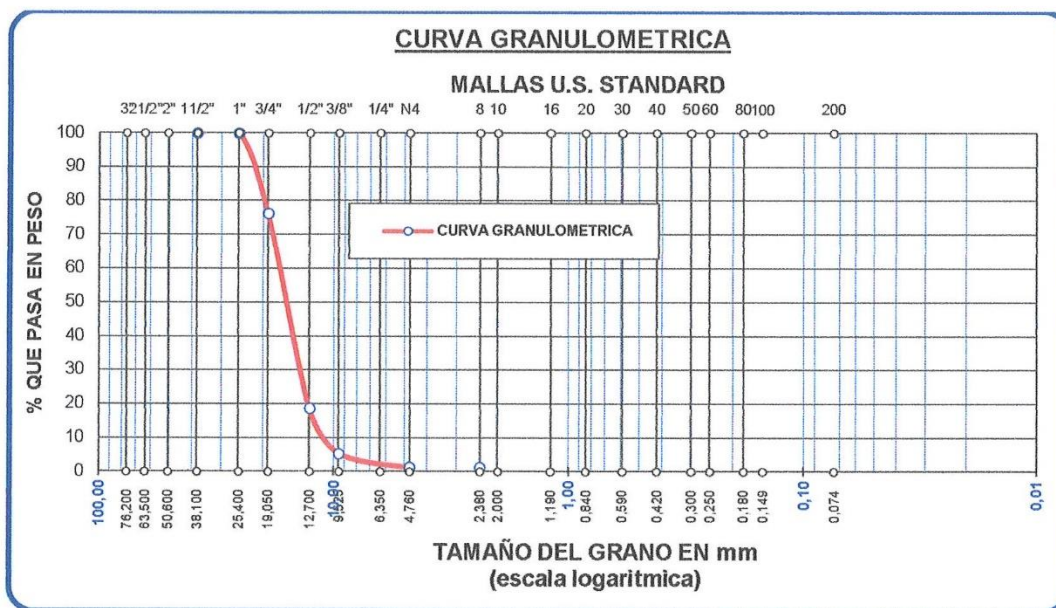
SOLICITANTE : Bach. BRAULIO PUMA PUMA

UBICACIÓN : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

FECHA : 02 de Setiembre del 2024

AGREGADO GRUESO

Tamiz	mm	P. retenido (gr)	% R. parcial	% R. acumulado	% pasa
2"	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.100	0	0	0	100
1"	25.400	0	0	0	100
3/4"	19.050	1659.03	23.70	23.70	76.30
1/2"	12.700	4032.4	57.61	81.31	18.69
3/8"	9.525	938.01	13.40	94.71	5.29
No4	4.760	290.11	4.14	98.85	1.15
No8	2.380	0	0	98.85	1.15



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA

Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308020



CONTENIDO DE HUMEDAD Y ABSORCIÓN (ASTM D2216)

ASTM D-2216 MTC E 108-2000

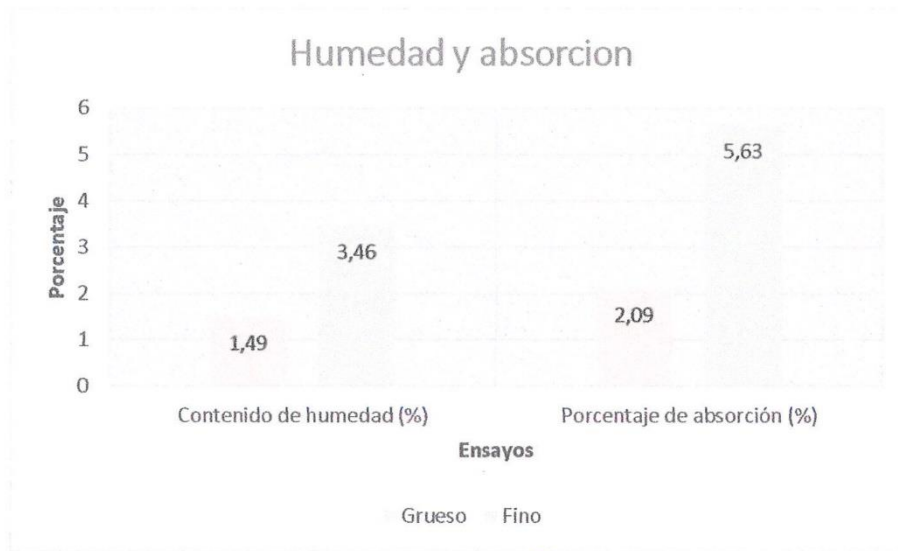
TESIS : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. BRAULIO PUMA PUMA

UBICACIÓN : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

FECHA : 02 de Setiembre del 2024

Ensayos	Contenido de humedad (%)	Porcentaje de absorción (%)
Grueso	1.49	2.09
Fino	3.46	5.63



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 M.S.C.A.
 JEFATURA
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00308020



PESO ESPECÍFICO

ASTM - D4318-00, AASHTO - T 90

TESIS : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. BRAULIO PUMA PUMA

UBICACIÓN : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

FECHA : 02 de Setiembre del 2024

Ensayos	Peso específico (gr/cm3)
Grueso	2.552
Fino	2.490

Ensayos	Peso unitario suelto (gr/cm3)
Grueso	1.389
Fino	1.749

Ensayos	Peso unitario compactado (gr/cm3)
Grueso	1.491
Fino	1.876


 UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL

 Mg. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00308020



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

TESIS : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. BRAULIO PUMA PUMA

UBICACIÓN : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

FECHA : 02 de Setiembre del 2024

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura F'c=Kg/cm2
M-1	7	210	15.02	177.19	140.45
M-2	7	210	15.00	176.71	147.04
M-3	7	210	15.04	177.66	144.89
Promedio	7	210			144.13

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1	14	210	15.02	177.13	160.89
M-2	14	210	15.00	175.73	177.34
M-3	14	210	15.04	175.932	171.11
Promedio	14	210			169.78

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1	28	210	15.02	177.73	224.12
M-2	28	210	15.00	176.23	220.11
M-3	28	210	15.04	177.87	233.45
Promedio	28	210			225.89

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1	7	210	15.02	177.62	190.61
M-2	7	210	15.00	176.45	187.56
M-3	7	210	15.04	177.27	189.90
Promedio	7	210			189.36

UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL



Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00308020



Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1	14	210	15.02	177.28	223.45
M-2	14	210	15.00	176.53	219.89
M-3	14	210	15.04	177.48	221.71
Promedio	14	210			221.68

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1	28	210	15.02	177.97	247.78
M-2	28	210	15.00	176.25	251.45
M-3	28	210	15.04	177.49	245.89
Promedio	28	210			248.37

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1	7	210	15.02	177.23	198.45
M-2	7	210	15.00	176.52	203.11
M-3	7	210	15.04	177.07	196.34
Promedio	7	210			199.30

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1	14	210	15.02	177.24	233.09
M-2	14	210	15.00	176.07	239.05
M-3	14	210	15.04	177.23	230.67
Promedio	14	210			234.27

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1	28	210	15.02	177.97	271.21
M-2	28	210	15.00	176.88	268.56
M-3	28	210	15.04	177.34	265.35
Promedio	28	210			268.37

UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO
 M-S-G-A
 JEFATURA
 JULIACA - PERU
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00308020



Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1	7	210	15.02	177.85	208.45
M-2	7	210	15.00	176.42	210.89
M-3	7	210	15.04	177.94	201.67
Promedio	7	210			207.00

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
M-1	14	210	15.02	177.23	255.34
M-2	14	210	15.00	176.59	259.33
M-3	14	210	15.04	177.60	253.67
Promedio	14	210			256.08

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura F'c=Kg/cm2
M-1	28	210	15.02	177.23	273.94
M-2	28	210	15.00	176.47	268.66
M-3	28	210	15.04	177.55	271.09
Promedio	28	210			271.23

Resistencia a la compresión promedio (Kg/cm2)				
Edades	MP	2% AF + 0.10% IA	3% AF + 0.15% IA	3.5% AF + 0.20% IA
7	144.13	189.36	198.45	207.00
14	169.78	221.68	234.27	256.08
28	225.89	248.37	268.37	271.23



 UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 Mgr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00308020



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

TESIS : INFLUENCIA DEL USO DE ADITIVOS ACCELERANTES DE FRAGUA E INCORPORADORES DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. BRAULIO PUMA PUMA

UBICACIÓN : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

FECHA : 02 de Setiembre del 2024

Muestras	Días	L entre apoyos	Ancho de la viga (cm)	Altura de la viga (cm)	Esf. Rotura Kg/cm ²
M-1	28	60.02	15.56	15.23	20.34
M-2	28	61.22	15.25	15.57	18,79
M-3	28	59.15	15.93	15.31	22.56
Promedio					20.56

Muestras	Días	L entre apoyos	Ancho de la viga (cm)	Altura de la viga (cm)	Esf. Rotura Kg/cm ²
M-1	28	60.02	15.34	15.85	25.67
M-2	28	61.26	15.26	15.34	26.78
M-3	28	59.71	15.52	15.87	25.34
Promedio	28				25.93

Muestras	Días	L entre apoyos	Ancho de la viga (cm)	Altura de la viga (cm)	Esf. Rotura Kg/cm ²
M-1	28	60.62	15.71	15.81	27.67
M-2	28	61.37	15.25	15.54	28.45
M-3	28	59.75	15.75	15.71	28.09
Promedio	28				28.07


 UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 Mgr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00308020



Muestras	Días	L entre apoyos	Ancho de la viga (cm)	Altura de la viga (cm)	Esf. Rotura F'c=Kg/cm2
M-1	28	60.32	15.25	15.98	30.23
M-2	28	61.53	15.97	15.57	29.67
M-3	28	59.10	15.93	15.74	30.71
Promedio	28				30.20

Resistencia a flexión promedio (Kg/cm2)				
Edades	MP	2% AF + 0.10% IA	3% AF + 0.15% IA	3.5% AF + 0.20% IA
28	20.56	25.93	28.07	30.02


 UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL

 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00308020



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X]

Fecha de entrega: - 06 - 2025

1. Datos del autor (es):

Formulario with fields for author information: Nombres y Apellidos, Dirección, DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°, Teléfono, email, Facultad y/o Escuela de Posgrado, Escuela Profesional o Mención, Título o Grado Académico a optar, Asesor, Palabras claves, and a section for development location with footnotes 1 and 2.



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 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

