



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



**INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO
DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL
CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD
DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO
DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL
CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD
DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

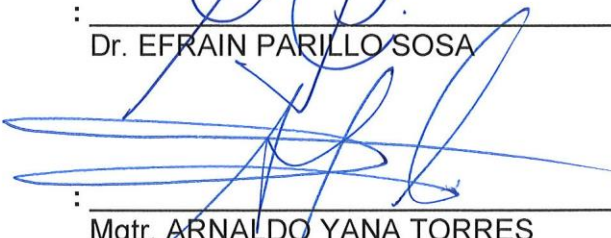
PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

ASESOR DE TESIS

: 
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 266-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de junio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 068-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°166-2024 de fecha 04 de mayo de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

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

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

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

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 28 de junio de 2024
- * **HORA** : 09:00
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


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


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

C.c. Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



RESOLUCIÓN DECANAL N° 166-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 04 de mayo de 2024

VISTOS:

El INFORME N° 067-2024-D-UI-FICP.UANCV, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, INFORME N° 045-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, RESOLUCIÓN DECANAL N° 633-2023-D-FICP-UANCV que aprueba el Proyecto de Investigación el 18 de julio de 2023 y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha 17 de marzo de 2024 para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.

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

- * Presidente : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
* 1er Miembro : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
* 2do Miembro : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 227-2024 la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.

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

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

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis), del Bachiller: ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.

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

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese,



Handwritten signature and stamp of Dr. MILTHON QUISPE HUANCA, Decano, CIP. 47790



Handwritten signature and stamp of Dr. EFRAIN PARILLO SOSA, Secretario Académico, CIP. 95531

cc archivo 2024 interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 633-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de julio 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 333-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 098-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 016-2023-UANCV-FICP-UI-CI-EPIC** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **06 de julio de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

- * **Presidente** : **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, y;

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **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 CS. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47780



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

EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631

cc.
archivo 2023
interesado (a)



INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.scribd.com Fuente de Internet	2%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
6	idoc.pub Fuente de Internet	1%
7	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.tdx.cat Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios UANCV



Título de la tesis	
INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	44403734
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-1900-8183
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	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA



Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de los Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca - Latitud: S 15° 29' 27'' - Longitud: O 70° 07' 37'' https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1Rl4Qvbg8S5hhdK49nkwZ00Ox-RvTiv4&usp=sharing
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2023 – Junio 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Dr. Efraín Villio Sosa
DIRECTOR



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo SUCARI YERBA ISIDRO JAVIER, identificado con DNI Nro. 44403734, en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería Civil

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

"Influencia de las Condiciones de almacenamiento del cemento en la resistencia mecánica del Concreto producido en la ciudad de Juliaca"

Asesorado por: Hgtr 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 08 de Agosto del 2024


Firma del Asesor


Firma del Estudiante


Huella



DEDICATORIA

Todos los éxitos que tengo, los atribuyo a mis padres por ayudarme a convertirme en la persona que soy; Me formaron con normas y principios, siempre me impulsándome a dar lo mejor de mí.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez "UANCV", estoy eternamente agradecida por la oportunidad de obtener mi educación profesional.

Gracias a todos mis docentes, que compartieron y ayudaron en el camino; sin ellos, no sería el profesional que soy ahora.

Y a todos los que han estado conmigo en las buenas y en las malas, gracias.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Exposición de la situación problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.2.1. Pregunta general	2
1.2.2. Preguntas específicas.....	2
1.3. Justificación de la investigación.	3
1.3.1. Justificación técnica.	3
1.3.2. Justificación económica.	4
1.4. objetivos.	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.	4
1.5. Variables e indicadores.	5
1.5.1. Variable de calibración:.....	5
1.5.2. Indicadores:	5
1.5.3. Variable evaluativa:.....	5
1.5.4. Indicadores:	5



1.6.	Operacionalización de variables.....	6
CAPÍTULO II		7
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL		7
2.1.	Antecedentes de la investigación.	7
2.1.1.	Antecedentes internacionales.	7
2.1.2.	Antecedentes nacionales	10
2.1.3.	Antecedentes regionales.....	12
2.2.	Marco teórico.....	13
2.2.1.	Cementos adicionados.....	13
2.2.2.	Adiciones al cemento.	15
2.2.3.	Cementos adicionados.....	16
2.2.4.	Cemento.	20
2.2.5.	Cemento Portland tipo IP.	24
2.2.6.	Proceso de fabricación del cemento Portland.....	24
2.2.7.	Hidratación del concreto.	29
2.2.8.	Reacciones del Cemento Portland con el agua.	33
2.2.9.	Fraguado.....	35
2.2.10.	Factores en la duración del fraguado.....	38
2.3.	Marco conceptual	39
2.3.1.	Cementos adicionados.....	39
2.3.2.	Puzolanas.	39
2.3.3.	Fillers.	40
2.3.4.	Cemento.	40
2.3.5.	Cemento Portland tipo IP.	41
2.3.6.	Calor de hidratación.	41



2.3.7. Hidratación del concreto.	41
CAPÍTULO III	43
PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	43
3.1. Diseño de la investigación.....	43
3.1.1. Nivel Descriptivo.	44
3.1.2. Tipo tecnológico.....	44
3.2. Población y muestra.....	45
3.2.1. Población.	45
3.2.2. Muestra.....	45
3.3. Procedimientos metodológicos de la investigación.	45
3.3.1. Influencia de la humedad en las propiedades del cemento para la producción del concreto	45
3.3.2. Diseño del concreto 210 kg/cm ² , empleando cementos almacenados en diferentes condiciones.	46
3.3.3. Resistencias desarrolladas en concretos 210 kg/cm ² , con cementos almacenados en diferentes condiciones.....	46
CAPÍTULO IV	48
RESULTADOS Y ANÁLISIS	48
4.1. Influencia de la humedad en las propiedades del cemento para la producción del concreto.	48
4.1.1. Importancia del silicato tricálcico en el cemento	48
4.1.2. Influencia de la humedad en la calidad del cemento	51
4.1.3. Calor de Hidratación del cemento	52
4.1.4. Manejo transporte y almacenamiento del cemento.....	53
4.1.5. Almacenamiento y entrega del cemento	58
4.1.6. Contaminación del cemento en el almacenamiento.....	62



4.1.7.	Análisis de la importancia del adecuado almacenamiento del cemento para la producción del concreto.	63
4.2.	Diseño del concreto 210 kg/cm ² , empleando cementos almacenados en diferentes condiciones.....	67
4.2.1.	Propiedades de agregados de la cantera de Cabanillas.....	67
4.2.2.	Metodología de producción del concreto 210 kg/cm ² , con cementos almacenados en diferentes condiciones.....	68
4.2.3.	Análisis del diseño de concreto, con cementos almacenados en diferentes condiciones	76
4.3.	RESISTENCIAS DESARROLLADAS EN CONCRETOS 210 KG/CM ² , CON CEMENTOS ALMACENADOS EN DIFERENTES CONDICIONES.	80
4.3.1.	Resistencia del concreto 210 kg/cm ² , con cemento almacenado por 30 días.	82
4.3.2.	Resistencia del concreto 210 kg/cm ² , con cemento almacenado por 45 días.	85
4.3.3.	Resistencia del concreto 210 kg/cm ² , con cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas.	87
4.3.4.	Resumen de resistencias del concreto 210 Kg/cm ² , con cementos de diferentes tipos de almacenamiento.....	90
4.3.5.	Resultados y análisis de las resistencias de concretos con cementos almacenados en condiciones diferentes.....	94
	CONCLUSIONES	99
	RECOMENDACIONES.....	101
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.	6
Tabla 2 Compuestos del cemento portland.	20
Tabla 3 Requisitos químicos de los 4 tipos de cemento.	28
Tabla 4 Requisitos físicos de los 4 tipos de cemento.	28
Tabla 5 Propiedades físicas.....	68
Tabla 6 Propiedades resistentes	68
Tabla 7 Resistencias a los 7 días.	80
Tabla 8 Resistencias a los 14 días.	81
Tabla 9 Resistencias a los 21 días.	81
Tabla 10 Resistencias a los 28 días.	82
Tabla 11 Resistencias promedio del concreto 210 Kg/cm ² - cemento fresco.	82
Tabla 12 Resistencias a los 7 días.	83
Tabla 13 Resistencias a los 14 días.	83
Tabla 14 Resistencias a los 21 días.	84
Tabla 15 Resistencias a los 28 días.	84
Tabla 16 Resistencias promedio del concreto 210 Kg/cm ² - cemento almacenado 30 días.....	85
Tabla 17 Resistencias a los 7 días.	85
Tabla 18 Resistencias a los 14 días.	86
Tabla 19 Resistencias a los 21 días.	86
Tabla 20 Resistencias a los 28 días.	87
Tabla 21 Resistencias promedio del concreto 210 Kg/cm ² - cemento almacenado 45 días.....	87



Tabla 22 Resistencias a los 7 días.	88
Tabla 23 Resistencias a los 14 días.	88
Tabla 24 Resistencias a los 21 días.	89
Tabla 25 Resistencias a los 28 días.	89
Tabla 26 Resistencias promedio del concreto 210 Kg/cm ² - cemento almacenado 45 días en bolsas deterioradas.....	90
Tabla 27 Resumen de resistencias desarrolladas del concreto 210 Kg/cm ² , cementos con diferentes tipos de almacenamiento.....	90



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Representación esquemática de la formación hidratación del cemento portland.	30
Figura 2	Evaluación del cemento almacenado para la producción de concreto.65	
Figura 3	Verificación de las características del cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas.	65
Figura 4	Características de la preparación del concreto con cemento almacenado por 30 días.	66
Figura 5	Características de pre - fraguado del cemento atacado por humedad del ambiente.	66
Figura 6	Determinación de los diferentes componentes para el concreto.	67
Figura 7	Briquetas de concreto elaboradas con cemento fresco para el control de su resistencia.	77
Figura 8	Elaboración de briquetas de concreto de 210 Kg/cm ² con cemento almacenado por 30 d.	78
Figura 9	Preparación de briquetas de concreto 210 Kg/cm ² para el proceso de curado.	78
Figura 10	Colocación de briquetas de concreto para la verificación de su resistencia.	79
Figura 11	Características del procedimiento del curado del concreto en briquetas.	79
Figura 12	Utilización del equipo de compresión para la verificación de la resistencia del concreto en briquetas.	91
Figura 13	Utilización del equipo de compresión para la verificación de la resistencia del conc	



Figura 14 Procedimiento de preparación de briquetas de concreto para elaboración de briquetas	92
Figura 15 Características finales de rotura de briquetas para determinar su resistencia.	92
Figura 16 Procedimiento de preparación de briquetas para verificación de su resistencia.	93
Figura 17 Procedimiento del curado del concreto en briquetas.....	93
Figura 18 Procedimiento de cálculo de la resistencia del concreto elaborado	94



RESUMEN

Muchas veces se pasa por alto el adecuado manejo y almacenamiento del cemento para la producción de concreto en la zona de Puno, comenzando por su obtención, transporte y almacenamiento, hasta su uso posterior. En este escenario, el incumplimiento de la protección contra la humedad conduce a un prefragado, lo que finalmente resulta en una reducción de la resistencia del hormigón creado. Este problema es abordado en el presente trabajo; para lo cual se ha formulado los objetivos: Explicar la influencia de la humedad del ambiente al cemento mal almacenado; diseñar un concreto de 210Kg/cm^2 con cemento fresco, cemento almacenado por 34, 45 días y cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas; con ello efectuar el control de las resistencias alcanzadas; finalmente establecer las acciones correctivas en el almacenamiento del concreto y su uso. El trabajo bajo los objetivos establecido tiene una metodología de nivel descriptivo, tipo tecnológico. Los concretos de 210Kg/cm^2 , fueron producidos con concreto fresco, almacenado por 30, 45 días y cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas, las resistencias alcanzadas a los 28 días son: con cemento fresco 207.68Kg/cm^2 , que se le asigna un rendimiento del 100%; con cemento almacenado por 30 días 201.20Kg/cm^2 , rendimiento 97%; con cemento almacenado por 45 días 198.10Kg/cm^2 , rendimiento 95%; y con cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas 178.84% , rendimiento 86%.

El análisis de resultados demuestra que el almacenamiento del cemento debe de efectuarse con protección apropiada de la humedad del ambiente; acciones que debe difundirse a los responsables de la producido del concreto



en cada obra.

Palabras Clave: Cemento, almacenamiento, resistencia.



ABSTRACT

The proper handling and storage of cement for concrete production in the Puno area is often disregarded, starting with its procurement, transportation, and storage, until it is used at a later time. The disregard of humidity protection in this process leads to pre-setting, ultimately resulting in a reduction in the resistance of the produced concrete. The current study aims to solve this challenge, and specific goals have been defined for this purpose: Explain the influence of environmental humidity on poorly stored cement; design a 210Kg/cm² concrete with fresh cement, cement stored for 34, 45 days and cement stored for 45 days in deteriorated bags; with this, control the resistances achieved; finally establish corrective actions in the storage of concrete and its use. The work under the established objectives has a descriptive level methodology, technological type. The 210Kg/cm² concretes were produced with fresh concrete, stored for 30, 45 days and cement stored for 45 days in deteriorated bags, the resistances achieved after 28 days are: with fresh cement 207.68Kg/cm², which is assigned 100% performance; with cement stored for 30 days 201.20Kg/cm², yield 97%; with cement stored for 45 days 198.10Kg/cm², yield 95%; and with cement stored for 45 days in deteriorated bags 178.84%, yield 86%.

The analysis of results demonstrates that cement storage must be carried out with appropriate protection from ambient humidity; actions that must be disseminated to those responsible for the production of concrete in each work.

Keywords: Cement, storage, resistance.



INTRODUCCIÓN

Además, cemento, agregados, agua y aditivos son los componentes que se utilizan en la creación del concreto, que es el material de construcción más utilizado en el área de Puno. El cemento tiene una composición química, de los que se menciona, los silicatos, aluminatos y otros; que son los que se hidratan para generar la resistencia en compresión deseada en el concreto. La hidratación y posterior fraguado debe producirse en el momento de la producción del concreto; Por otra parte, el cemento almacenado incorrectamente puede dar lugar a un escenario de fraguado previo indeseable que, cuando se aplica a la producción final del hormigón, es adverso para el desarrollo de resistencia. Este problema y cuestión han sido tenidos en consideración durante todo el proceso de desarrollo del trabajo, lo que ha dado como resultado el establecimiento de objetivos y enfoques que se desglosan de la siguiente manera:

El Capítulo I, Se trata de una referencia al tema de Investigación, que se sustenta en la presentación de la situación problemática, la explicación del tema, la justificación, el objetivo, las variables e indicadores y la operacionalización de sus respectivas variables.

El Capítulo II. El término "eso" alude al Marco Teórico Referencial, que consta de tres componentes: contexto, marco teórico y marco conceptual.

El Capítulo III, El término "Procedimientos Metodológicos de Investigación" se refiere al enfoque sistemático utilizado al realizar una investigación.

El Capítulo IV, Pertenece al apartado de resultados y análisis, donde se



han abordado los objetivos específicos.

Finalmente se tiene las conclusiones y Recomendaciones, Bibliografica
y Anexos



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Exposición de la situación problemática.

El concreto, un producto de ingeniería fabricado con cemento, áridos y agua, es con diferencia el material de construcción más popular y adaptable. La resistencia a la compresión de un material está determinada por sus propiedades aglutinantes, que se generan por la combinación de cemento y agua. El cemento es una sustancia manufacturada cuyas propiedades físicas y químicas pueden ser manipuladas y reguladas. La resistencia máxima del hormigón, especialmente después de 28 días, es el nivel de resistencia que garantiza la seguridad de los proyectos que utilizan hormigón. Es el resultado de una meticulosa planificación y control de la resistencia a la compresión del material. Sin embargo, la producción de cemento en el Perú se distribuye entre muchas empresas ubicadas a lo largo del país. El transporte y almacenamiento



de este material hasta la obra conlleva condiciones de almacenamiento diferentes. Por ejemplo, en la producción de hormigón se utiliza cemento nuevo, cemento que se ha conservado durante un período de tiempo y cemento obtenido de bolsas rotas. Normalmente, también se emplea cemento que ha estado almacenado durante un período prolongado. Factores inevitables en la construcción de proyectos en la zona de Puno; sobre todo en las distancias considerables de la fábrica a la obra, donde se requiere gran cantidad de cemento por tanto se requiere de almacenes que concreto producido en las condiciones siguientes de almacenamiento empleo de cemento fresco, empleo de cemento con 30 días de almacenamiento, empleo de cemento con 45 días de almacenamiento y empleo de cemento de bolsas rotas con 45 días de almacenamiento. Diseñado el concreto con estas condiciones de almacenamiento analizar la variación de la resistencia; Posteriormente difundir los hallazgos y evaluarlos en el uso adecuado del cemento, tomando en consideración las condiciones de almacenamiento. Considerando la susceptibilidad del cemento a la humedad, que altera sus características físicas y químicas; La investigación se llevará a cabo en la ciudad de Juliaca.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Pregunta general*

- ¿Cuál es el impacto de las condiciones de almacenamiento del cemento en la durabilidad del concreto producido en la ciudad de Juliaca - Región Puno?

1.2.2 *Preguntas específicas*



- ¿En qué medida influye la humedad del medio ambiente en las propiedades del cemento para la producción del concreto?
- ¿Cuáles son las características específicas de diseño de un concreto con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm², destinado a la fabricación de concreto utilizando cementos mantenidos en condiciones variables durante la construcción en la ciudad de Juliaca?
- ¿En qué medida influye en las resistencias desarrolladas, los cementos almacenados en diferentes condiciones de ejecución de obras en la ciudad de Juliaca?

1.3 Justificación de la investigación.

1.3.1 Justificación técnica.

El cemento para el concreto material artificial, tiene propiedades físicas y químicas, establecidas por los fabricantes; es un material sensible a la humedad, por tanto si requiere de un tiempo de almacenamiento, esta acción debe tomar en cuenta ciertas precauciones como: no debe emplearse el cemento de bolsas deterioradas, almacenamiento del cemento en almacenes no húmedas, costo periodo de almacenamiento, entre otros estas acciones de precaución aísla al cemento de la humedad y permite alcanzar la resistencia de diseño del concreto requerido; estos aspectos a cumplir están establecidas en la norma ASTM C ISO, NTP 334 . 009, NTP 334.038 entre otras. La conservación del cemento es posible siempre que se mantenga seco, es decir, alejado del aire.



1.3.2 Justificación económica.

La producción de hormigón para un proyecto de construcción requiere alcanzar una cierta resistencia a la compresión, que está determinada por el diseño de la mezcla del hormigón deseado. Este procedimiento toma en cuenta los valores y especificaciones que se hayan confirmado en los componentes de cemento, áridos, agua y eventuales aditivos que puedan utilizarse. En consecuencia, cualquier cambio en las propiedades o características de estos materiales afectará la resistencia última del hormigón que se necesita; el que puede ser perjudicial a las especificaciones establecidas del concreto y la estructura a la que este destinada.

1.4 objetivos.

1.4.1 Objetivo general.

- Analizar el impacto de las condiciones de almacenamiento del cemento en la durabilidad del concreto fabricado en Juliaca, ubicada en la Región Puno.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Dilucidar el impacto de la humedad ambiental sobre las características del cemento en el contexto de la fabricación de hormigón.
- Ejecutar el diseño de un concreto con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm², para la fabricación de concreto utilizando cementos almacenados en diversas circunstancias durante las actividades de construcción en la ciudad de Juliaca.



- Evaluar las resistencias desarrolladas con cementos almacenados en diferentes condiciones de ejecución de obras en la ciudad de Juliaca.

1.5 Variables e indicadores.

1.5.1 Variable de calibración:

Producción del concreto con cemento almacenado en diferentes condiciones.

1.5.2 Indicadores:

- El impacto de la humedad ambiental en las características del cemento utilizado en la fabricación de hormigón.
- El objetivo es crear una mezcla de hormigón con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm², adecuada para producir hormigón utilizando cemento conservado en diversas circunstancias.

1.5.3 Variable evaluativa:

Evaluación del desarrollo de resistencias del concreto con cementos almacenados en diferentes condiciones

1.5.4 Indicadores:

- Investigación de la formación de durabilidad del hormigón en diversas circunstancias de almacenamiento de cemento.
- Evaluación del desarrollo de resistencia bajo diversas circunstancias de almacenamiento de cemento.

1.6 Operacionalización de variables.

Tabla 1

Operacionalización de variables.

Variables	Indicadores	Índices
Variable calibración.		
(1) Producción del concreto con cemento almacenado en diferentes condiciones.	1.1. Influencia de la humedad del medio ambiente en las propiedades del cemento para la producción del concreto.	1.1.1. En las propiedades físicas, en las propiedades químicas, en la Hidratación y en la resistencia del concreto.
	1.2. El objetivo es desarrollar una mezcla de hormigón con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm ² , adecuada para producir hormigón a partir de cemento conservado en diversas circunstancias.	1.1.2. Proporciones en peso, con cemento fresco, cemento almacenado 15 días, cemento almacenado 30 días, cemento almacenado 45 días, cemento en bolsas rotas por 45 días.
Variable evaluativa.		
(2) Evaluación del desarrollo de resistencias del concreto con cementos almacenados en diferentes condiciones	2.1. Desarrollo de las resistencias del concreto en diferentes condiciones de almacenamiento del cemento.	2.1.1. Control de resistencias a los 7, 14, 21, 28 días con cementos almacenados en diferentes condiciones.
	2.2. Evaluación del desarrollo de las resistencias; en diferentes condiciones de almacenamiento de cemento.	2.2.1. Análisis comparativo de resistencias.

Nota. Elaboración propia de la tesis – Marzo, 2023.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 *Antecedentes internacionales.*

En su tesis titulada “Análisis y descripción de la producción de concreto en sitio en cinco proyectos habitacionales en Colombia”, Ortiz (2018) realizó una investigación en la Universidad Militar Nueva Granada en Bogotá, Colombia. Se analizaron los procedimientos de fabricación del hormigón de cinco proyectos de vivienda prioritarios elegidos en Colombia para descubrir los elementos que influyen en la resistencia final del hormigón. Diversos estudios, como el realizado por Chan, Solís y Moreno (2003), han aportado información sobre este objetivo al demostrar que las propiedades del material realmente impactan en la resistencia general del hormigón. La investigación realizada por Minor y Milanés (2001) reveló que la calidad final de una estructura se ve afectada significativamente por la falta de un diseño de mezcla adecuado, el



manejo inadecuado de las materias primas y el contenido excesivo de agua en las mezclas. Para conocer estas características se utilizó un estudio de diseño mixto y pruebas de muestras. La resistencia a la flexión se determinó mediante el ensayo de viga, mientras que la resistencia a la compresión se obtuvo mediante el ensayo de cilindro, cumpliendo ambos ensayos con las normas aplicables. El análisis reveló que la textura, especificada en la parte de características del material, y la relación agua-cemento, mencionada en la sección de dosis, tuvieron el impacto más significativo en la resistencia a la flexión y a la compresión, respectivamente. (Ortiz, A., 2018, pág. 06).

Carvalho (2019) en el trabajo de tesis titulado: La tesis titulada "Análisis del ciclo de vida de los productos derivados del cemento - Aportes al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento" entregada en la Universidad Politécnica de Cataluña en Barcelona, España, considera los Objetivos, Métodos y Resultados en su estudio. Esta tesis tiene como objetivo explorar los factores ambientales asociados con la fabricación de cemento, incluidas las numerosas fases involucradas en su ciclo de vida, con el fin de desarrollar las bases necesarias para un Inventario del Ciclo de Vida (ICV) nacional de este producto. Después de examinar los inventarios del ciclo de vida (ICV) existentes para el cemento en todo el mundo, evaluamos las restricciones impuestas a los diferentes subsistemas de producción y exploramos la posibilidad de utilizar estos ICL en la evaluación del ciclo de vida (ACV) de los productos a base de cemento. Esta investigación se basa en comparar los datos de entrada y salida de varias ICL de producción de cemento. Demuestra la importancia de organizar los inventarios de acuerdo con las numerosas fases del proceso de fabricación. A partir de estos datos se propone un modelo de



inventario del ciclo de vida del cemento que pueda ser utilizado en España y otros países que empleen el mismo proceso de fabricación. Este artículo presenta el concepto de memoria ambiental (AM), que permite la aplicación del análisis del ciclo de vida (ACV) desde diversos puntos de vista (global, regional y local). Considera el desempeño holístico de un producto teniendo en cuenta todos sus diferentes aspectos y los impactos ambientales generales de su producción. Sin embargo, este enfoque puede aplicarse por etapas (ya sea "desde la producción hasta el punto de venta" o "desde la producción hasta la eliminación") y con distintos niveles de escrutinio. Este procedimiento se utiliza durante la elaboración de un inventario para un tipo específico de cemento. Los hallazgos sugieren que es necesario crear una base de datos integral a nivel nacional específicamente para la fabricación de cemento. Esto garantizará que los resultados de la evaluación del ciclo de vida (LCA) de los productos de cemento sean fiables y dignos de confianza. (Carvalho, A., 2019, pág. 03).

Pérez (2017) en el trabajo de tesis titulado: En la Universidad de San Carlos de Guatemala se presentó el estudio titulado "Evaluación de la influencia de la temperatura y la humedad relativa en las propiedades del concreto durante el proceso de mezclado y curado (durante un período de siete días) utilizando dos diferentes tipos de cemento". Este estudio se tuvo en cuenta en los objetivos, metodología y conclusiones. El objetivo de estas pruebas exigidas por ASTM es determinar la influencia de variables ambientales, como la temperatura y la humedad relativa, en la fabricación y solidificación (durante un período de siete días) del concreto. Los criterios cruciales para este propósito son los materiales, las proporciones, f_c (resistencia a la compresión), la trabajabilidad y el rango de temperatura de 10-



32 oC. Las fundiciones se realizaron en tres localidades: la capital, Ciudad de Guatemala, Quetzaltenango y Zacapa, donde se presentaban las condiciones climáticas óptimas. Los objetivos se lograron gracias a los esfuerzos colaborativos del personal del Centro de Investigación en Ingeniería, los residentes de Quetzaltenango y Zacapa, y los requisitos pertinentes de ASTM para las condiciones iniciales y reforzadas del concreto fabricado. Los usuarios deben considerar las recomendaciones proporcionadas para minimizar el impacto de estos efectos en su trabajo. Los resultados obtenidos confirman la influencia de las condiciones ambientales sobre los hormigones evaluados, especialmente en términos de requerimientos de agua, tiempos de fraguado y resistencia mecánica. (Pérez, G. 2017, pág. 11).

2.1.2 Antecedentes nacionales

En su tesis titulada “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto utilizando Cemento Portland Tipo Ip almacenado en condiciones desfavorables durante los meses más húmedos en la ciudad de Arequipa”, Cana y Quispe (2018) tuvieron como objetivo evaluar el impacto de diferentes condiciones de almacenamiento en la Propiedades mecánicas del hormigón y mortero. El estudio se realizó en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa en Perú. Los objetivos, metodología y conclusiones de la investigación se centraron en evaluar cómo se afecta la calidad del concreto y mortero al utilizar cemento que ha sido almacenado en condiciones tanto favorables como desfavorables durante los meses más húmedos en Arequipa. El cemento se almacenó durante un máximo de seis meses en estas condiciones y se utilizó mensualmente para crear diversas mezclas. Previo a su uso, el cemento se



sometió a un procedimiento de tamizado mediante tamiz de malla de 1 mm para eliminar posibles grumos que se hayan podido desarrollar durante su producción. La mezcla de concreto fue formulada utilizando las metodologías del comité ACI 211.1 con el fin de alcanzar una resistencia a la compresión de 210 kg/cm². En tanto, las proporciones de mortero de cemento se determinaron mediante la implementación de la prueba de flujo según lo establecido en la NTP 334.051. Antes de cada vertido, se evaluó el nivel de humedad de los áridos y se modificaron correspondientemente los componentes secos de la mezcla. Los resultados de las pruebas se sometieron a análisis estadístico, de acuerdo con los requisitos de precisión descritos en los estándares de prueba aplicables y los criterios de aprobación establecidos por el comité ACI 318. Los morteros y hormigones van deteriorándose progresivamente en sus propiedades mecánicas en relación con el paso del tiempo y las circunstancias en las que se utilizan. Las resistencias obtenidas del cemento bien conservado fueron mayores en comparación con el cemento mal almacenado debido a diferencias en las condiciones de almacenamiento. Se evaluó cuantitativamente mediante granulometría la existencia de grumos en cemento fresco, bien almacenado y mal almacenado. Se demostró que estos grumos eran responsables de la degradación de las propiedades mecánicas del hormigón. En conclusión, un análisis de los gastos asociados con la fabricación de hormigón utilizando cemento conservado en diferentes circunstancias demostró que el cemento almacenado adecuadamente es más ventajoso que el cemento almacenado inadecuadamente, independientemente del período de tiempo examinado. (Cana, D. y Quispe, S. 2018, pág. 10).



2.1.3 Antecedentes regionales.

Benavente (2018) realizó una tesis titulada "Aplicación de diversos cementos sobre las propiedades del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno 2021" en la Universidad César Vallejo de Lima, Perú. El estudio se centró en los objetivos, la metodología y las conclusiones. Esta investigación utilizó un método de muestreo no probabilístico, es decir, muestreo conveniente e intencional. La investigación fue de carácter aplicado y se centró en establecer correlaciones utilizando datos cuantitativos. El estudio utilizó diseños tanto experimentales como cuasiexperimentales. La resistencia a la compresión de los cementos Rumi, Frontera y Wari utilizados fue de 210 kg/cm². Los resultados indican que la resistencia a la compresión del concreto elaborado con cemento Wari y expuesto a condiciones de congelamiento y deshielo aumentó con el tiempo. A los 7 días la fuerza se midió en 161,3 kg/cm², a los 14 días aumentó a 189,5 kg/cm² y a los 28 días alcanzó 218,0 kg/cm². Adicionalmente, la prueba de porosidad mostró que el concreto elaborado con cemento Wari y sometido a congelación y descongelación tuvo el menor porcentaje de porosidad de 5.999% después de 14 días. La investigación indica que una reducción de la porosidad conduce a una mejora de la resistencia a la compresión, mejorando así la durabilidad del hormigón cuando se somete a ciclos repetidos de congelación y descongelación. La cita de esta información es de Benavente, R. (2018), página 07.

En su tesis titulada "Influencia del calor de hidratación sobre el concreto a bajas temperaturas, dosificado con cemento comercializado en la ciudad de



Juliaca”, Mamani y Chambi (2020) examinaron la popularidad del concreto como material de construcción, particularmente en la región Puno. El estudio se realizó en la Universidad Peruana Unión en Juliaca, Perú, y se centró en los objetivos, metodología y conclusiones relacionadas con el tema. De las muchas marcas de cemento disponibles en el mercado, Rumi IP, Frontera IP, Yura IP y Wari I se destacan por sus excepcionales características de liberación de calor. Esto pone de relieve la necesidad de comprender la generación de calor del hormigón cuando se combina con agua. El objetivo del estudio fue determinar el desempeño óptimo de varios tipos de cemento bajo las condiciones extremas de temperatura bajo cero que prevalecen en Juliaca. El objetivo principal de esta investigación es investigar el impacto del calor de hidratación en la resistencia y durabilidad a largo plazo del concreto mezclado con cementos disponibles en el mercado de Juliaca. El cemento Wari tiene una composición de 50% de silicato tricálcico (C3S) y 24% de silicato dicálcico (C2S). Esta composición reduce el calor producido durante el proceso de hidratación y favorece el desarrollo de la fuerza tras las primeras semanas. Los resultados indican que el cemento Wari libera menor cantidad de calor durante la hidratación a temperaturas de -5°C (38.19 cal/gr) y 5°C (30.44 cal/gr). (Mamani, M. y Chambi, R. 2020, pág. 15).

2.2 Marco teórico.

2.2.1 Cementos adicionados

Las investigaciones sobre el uso de cementos añadidos se llevan a cabo desde hace mucho tiempo, especialmente después del descubrimiento del cemento Portland. Esta investigación se ha centrado en la incorporación de



escorias de alto horno y puzolana. Sin embargo, durante ese período, la amplia disponibilidad del producto no promueve de ninguna manera su uso. La demanda de una mayor producción de cemento surgió después de las dos guerras mundiales, cuando Europa necesitaba reconstruirse después de la devastación. Años más tarde, durante la crisis del petróleo de 1973, la conservación de energía se convirtió en una prioridad. El uso de cementos añadidos es muy ventajoso en la industria, ya que no requieren calcinación y suponen un importante ahorro de combustible. Hay un énfasis creciente en el cuidado del medio ambiente, con especial atención en la reducción del consumo de combustible para minimizar la contaminación. Al incorporar cementos adicionales y utilizar pasivos industriales, la huella de carbono asociada con la producción de cemento se puede reducir significativamente. Además, los hormigones que incluyen cementos adicionales proporcionan beneficios técnicos significativos en comparación con los hormigones típicos, particularmente en términos de mayor resistencia y durabilidad a largo plazo debido a la impermeabilidad mejorada y los componentes agregados. Debido a estos beneficios, la utilización mundial de cementos suplementarios está actualmente muy extendida y representa alrededor del 85%. En el Perú existe una tendencia creciente a producir una mayor variedad de tipos de cemento y aumentar los volúmenes de producción en todas las plantas de cemento. La referencia para esta información es Cana y Quispe (2018), página 25.



2.2.2 Adiciones al cemento.

Este boletín proporciona una descripción de los aditivos más utilizados. Sin embargo, es importante señalar que hay más aditivos disponibles y los investigadores están explorando y examinando activamente nuevos subproductos para su posible incorporación al cemento. Normalmente, las adiciones se refieren a sustancias inorgánicas que se mezclan con el clinker durante la molienda o se añaden al cemento después de su pulverización. Estas sustancias contienen sílice y alúmina, que reaccionan con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento. Como resultado, se forman nuevos compuestos duraderos (silicatos de calcio hidratados - tobermorita), que contribuyen a una mayor resistencia e impermeabilidad de las mezclas. Las adiciones han sido etiquetadas como activas e inertes sin ser sometidas a una investigación exhaustiva, aunque de manera un poco equivocada o demasiado simplificada. En general, las adiciones activas son sustancias que sufren una reacción química con el hidróxido de calcio (como se ve en la imagen anterior) para producir más tobermorita. Esta definición no tiene en cuenta otras actividades físicas o mecánicas que puedan ocurrir con otras adiciones, que también pueden tener efectos químicos y epitaxiales. En particular, los aditivos activos incluyen escoria de alto horno, que tiene cualidades hidráulicas inherentes, así como puzolanas naturales y manufacturadas. Los aditivos inertes comúnmente utilizados, como la piedra caliza, son cargas. Es importante señalar que estas cargas tienen una constitución y composición similar al clinker y la pasta hidratada. En consecuencia, surge un efecto epitáxico de la similitud estructural. La referencia es del libro de Benavente publicado en 2018, concretamente en la



2.2.2.1 Puzolanas.

Bajo esta denominación, el término abarca materiales inorgánicos tanto naturales como artificiales. Entre estos últimos, muchos se consideran productos de desecho en otras industrias, pero son adecuados para su uso como aditivos en el cemento. Estos materiales tienen la capacidad de reaccionar con el hidróxido de calcio que se produce durante la hidratación de los silicatos de calcio. Puzolanas de origen natural. Compuesto por una variedad de rocas volcánicas o rocas derivadas de fuentes orgánicas, como la tierra de diatomeas. Puzolanas sintéticas. Dentro de esta categoría se evalúan algunos subproductos, destacando dos de ellos por su excepcional rendimiento y uso. Las cenizas volantes, un subproducto de la combustión del carbón en plantas termoeléctricas, se utilizan ampliamente en todo el mundo. Está disponible en varios grados de eficiencia y no necesita molienda, lo que lo hace muy valorado. La microsílíce, también conocida como humo de sílice, es un material altamente activo y finamente dividido que se deriva de los gases recolectados en los filtros de la industria del ferrosilicio. Es unas cien veces más fino que el cemento. Debido a su excepcional finura y reactividad, se utilizan en la producción de hormigón duradero y de alto rendimiento. La referencia de esta información es Pérez, G. 2017, página 11.

2.2.3 Cementos adicionados.

Con base en los párrafos anteriores, es sencillo inferir las formas predominantes de cementos adicionales que se crean y utilizan a nivel mundial. La referencia proviene de la publicación de Cana y Quispe en 2018, específicamente en la página 52.



- Los cementos con escoria de alto horno
- Los cementos puzolánicos
- Los cementos con filler.

Existen otras variedades de cementos, sin embargo esta discusión solo se centrará en aquellos que están incluidos en las normas técnicas peruanas con base en las normas ASTM. Existe un criterio determinado para los cementos adicionales, que es la NTP 334.090. Se han incluido los cementos Portland, que cumplen con la norma ASTM C595. Adicionalmente también es aplicable la norma NTP 334.082. Los cementos Portland son un tipo de cemento. La especificación de desempeño derivada de la norma ASTM C1157 se centró inicialmente en cementos suplementarios, pero ahora se aplica a todo tipo de cementos. Es especialmente adecuado para cementos suplementarios. El valor es 334.090 NTP. Se han incluido los cementos Portland. Los requerimientos actuales incluyen los siguientes tipos de cemento: Se incluyó cemento binario. El proceso implica crear una mezcla homogénea moliendo o triturando y mezclando clínker de cemento Portland con escoria, puzolanas o materiales de relleno. Ternario incluido el cemento. Se logra una mezcla íntima y homogénea mediante el proceso de trituración o trituración y mezcla del clínker de cemento Portland.

- Dos puzolanas diferentes
- Escoria de alto horno y puzolana
- Puzolana y caliza
- Escoria y caliza



En la norma especificada anteriormente, los siguientes nombres se clasifican como cementos de uso común:

a. CEMENTO PÓRTLAND TIPO IS:

Cemento Pórtland con escoria de alto horno.

Hasta 70 % de escoria.

b. CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP:

Cemento Pórtland puzolánico.

Hasta 40 % de puzolana.

c. CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (PM):

Cemento Pórtland puzolánico modificado.

Hasta 15 % de puzolana.

d. CEMENTO PÓRTLAND TIPO IL:

Cemento Pórtland calizo.

De 5 % a 15 % de filler calizo.

e. CEMENTO PÓRTLAND TIPO ICO:

Cemento Pórtland compuesto.

Hasta 30 % de filler calizo u otro material.

f. CEMENTO PÓRTLAND TERNARIO IT:

Cemento Pórtland ternario. Con dos adiciones.

En caso se requieran características especiales, estos cementos deben



llevar los siguientes sufijos:

- MS: se requiere moderada resistencia a los sulfatos.
- HS: se requiere alta resistencia a los sulfatos.
- MH: se requiere moderado calor de hidratación.
- LH: se requiere bajo calor de hidratación.

Estos cementos deben cumplir con los requisitos físicos y químicos de la norma correspondiente.

NTP 334.082. CEMENTOS. CEMENTOS PORTLAND.

Especificación de la performance.

La NTP 334.082. CEMENTOS. Cementos Portland. Especificación de la Performance considera los siguientes cementos:

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO GU

Cemento Pórtland de uso general.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO MS

Cemento Pórtland de moderada resistencia a los sulfatos.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO HS

Cemento Pórtland de alta resistencia a los sulfatos.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO HE

Cemento Pórtland de alta resistencia inicial.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO MH

Cemento Portland de moderado calor de hidratación.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO LH

Cemento Pórtland de bajo calor. (Cana, D. y Quispe, S. 2018, pág. 52)

2.2.4 Cemento.

El cemento Portland se produce sometiendo clinker finamente pulverizado, que contiene cal, alúmina, hierro y sílice en cantidades predeterminadas, a altas temperaturas. Cuando se combina con agua, esta mezcla tiene la capacidad de solidificarse formando una masa dura, formando hormigón. (Mamani y Chambi, 2020, p. 23)

2.2.4.1 Composición química del cemento.

El cemento se compone de una variedad de sustancias químicas, con cuatro compuestos específicos que representan más del 90% de su peso. Estos componentes son: (Mamani, M. y Chambi, R. 2020, p. 27)

Tabla 2

Compuestos del cemento portland.

NOMBRE DEL OXIDO	FORMULA	ABREVIATURA
Silicato tricálcico	$3CaOSiO_2$	C3S
Silicato dicálcico	$2CaOSiO_2$	C2S
Aluminio tricálcico	$3CaOAl_2O_3$	C3A
Ferroaluminato tetracálcico	$4CaOFe_2O_3 Al_2O_3$	C4AF

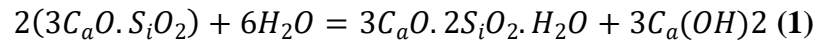
Nota. Sánchez de Guzmán (2001).

Las interacciones que tienen lugar entre los minerales del cemento (C3S, C2S, C3S y C4S) y el agua son un factor importante para determinar el grado en que cada forma de cemento desarrolla hidratación.

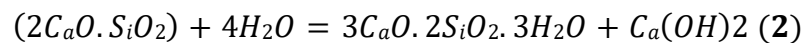
El C3S (alita). En el cemento, el silicato de calcio es inestable; cuando



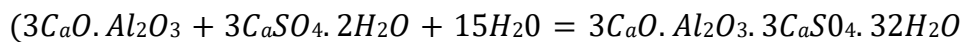
entra en contacto con el agua, se transforma en silicato de calcio hidratado, al que a veces se le llama gel de tobermorita, y luego en hidróxido de calcio. Esta transformación sigue el siguiente patrón:



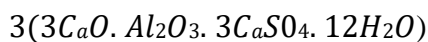
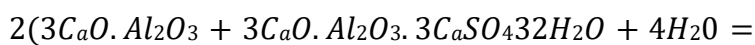
El silicato dicálcico (C2S - belita) Al entrar en contacto con agua o hidratos se transforma en gel de tobermorita e hidróxido de calcio. Sin embargo, a diferencia de la fórmula (1) que se mostró anteriormente, el hidróxido de calcio se crea en una proporción menor.



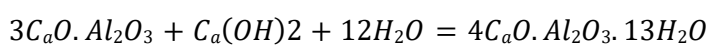
El aluminato de calcio (C3A - celita) La formación de etringita se produce cuando se combina con yeso y agua.



Es posible producir monosulfato combinando agua, aluminato de calcio y etringita en solución.



El aluminato de calcio (C3A) El aluminato de calcio que ha sido hidratado se produce cuando se combinan hidróxido de calcio y agua.



La siguiente es una lista de las propiedades de los minerales primarios dentro del cemento:



Tobermorita gel (CSH): Por sus aportes a la estructura interna de la pasta de cemento, su adhesión con los agregados de los morteros y la resistencia mecánica de estos aglomerados, es un mineral esencial en la pasta de cemento. Esta es la razón por la que se considera un mineral necesario.

Portlandita (hidróxido de calcio). Mantener el pH de la pasta de cemento en valores elevados (12-13) es responsabilidad de esta reserva alcalina, que a su vez protege al hormigón armado de la corrosión (Calleja, 2001). Se encarga de conservar la consistencia de la pasta de cemento.

En consecuencia, es susceptible a la expansión y ruptura, lo que puede resultar en la formación de etringita, y se descompone fácilmente cuando alcanza una temperatura de 600 grados Celsius (Calleja, 2001). Esto, a su vez, tiene impactos tanto buenos como negativos, como su solubilidad en agua y su facilidad de lixiviación mediante disolución.

Suele encontrarse en el interior de grietas o fisuras del hormigón dañado y se produce a los 28 días. Este es un fenómeno que se ve en formas alargadas, lo que provoca una expansión. Existe una dependencia significativa de las condiciones de curado.

Etringita (trisulfoaluminato de calcio): Suele encontrarse en el interior de grietas o fisuras del hormigón dañado y se produce a los 28 días. Este es un fenómeno que se ve en formas alargadas, lo que provoca una expansión. Existe una dependencia significativa de las condiciones de curado. Según la publicación de Mamani y Chambi de 2020, página 25,

2.2.4.2 Tipos de cemento



Según la norma ASTM C 150 99a, el cemento Portland se puede dividir en muchas variedades diferentes. Estas categorías son las siguientes:

- Cemento Portland Tipo I, Brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado, por lo que es recomendable su uso en climas fríos.
- Cemento Portland Tipo II, De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.
- Cemento Portland Tipo III, Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en clima frío ó en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras.
- Cemento Portland Tipo IV, de despreciable calor de hidratación
- Cemento Portland Tipo V, de alta resistencia al ataque de sulfatos. Para ambientes muy agresivos.

En la norma ASTM-C-595-00, especifica las características de los cementos adicionados la cuales son:

Tipo IS: Cemento Portland al que se le ha adicionado entre 25% y 70% en escoriade alto horno.

Tipo ISM: Cemento Portland al que se ha adicionado menos del 25% en escoria dealto horno.

Tipo IP: Cemento Portland al que se le ha adicionado entre 15% y 40% enpuzolana.



Tipo IPM: Cemento Portland al que se le ha adicionado menos del 15% en puzolana. (Pérez, G. 2017, pág. 35)

2.2.5 Cemento Portland tipo IP.

Los cementos Portland de tipo IP se utilizan en proyectos de construcción. Estos cementos se producen de manera similar a otros tipos de cemento, en los que se muele el clinker. Sin embargo, en el caso del cemento tipo IP se añade entre un 15% y un 40% de puzolana. La puzolana exhibe características de desempeño similares al cemento tipo I. Además, el cemento tipo IP ofrece moderada resistencia al sulfato y moderado calor de hidratación. La referencia de esta información es Benavente, R. (2018), página 36.

Actualmente existen dos empresas en el mercado del área de Puno que distribuyen cemento Tipo IP.

- Cemento Portland Rumi Tipo IP
- Cemento Portland Frontera Tipo IP. (Benavente, R. 2018, pág. 36)

2.2.6 Proceso de fabricación del cemento Portland.

El cemento Portland se compone principalmente de materias primas calcificadas, como piedra caliza, alúmina y sílice, que a menudo se encuentran en forma de arcilla o pizarra. También se utiliza marga, incluida una mezcla de sustancias calcáreas y arcillosas. La fabricación de cemento Portland utiliza materias primas ampliamente disponibles que se encuentran en casi todos los países y que son utilizadas por empresas cementeras de todo el mundo.

La fabricación de cemento Portland requiere materias primas que posean cantidades suficientes de compuestos de calcio, sílice, alúmina y



hierro. (Carvalho, A., 2019, página 28)

1. Extracción.

El proceso industrial comienza con la extracción de las materias primas seleccionadas, que luego son transportadas desde una cantera, trituradas, molidas y dosificadas para obtener la consistencia deseada de la harina final. La harina en su estado natural está compuesta de carbonato de calcio, sílice, alúmina y esquisto. El cemento se produce mediante procesos de fabricación tanto en seco como en húmedo. Las materias primas se trituran y mezclan minuciosamente. Luego se someten a altas temperaturas (1400 - 1450 °C) en enormes hornos que giran continuamente y que pueden superar los 200 metros de longitud y un diámetro de 5,50 metros. La sustancia fundida que sale del horno se conoce como clinker y se manifiesta como esferas negruzcas diminutas, rígidas y de tamaño abigarrado. Una vez enfriado, el clinker se procesa hasta obtener un polvo muy fino, que es lo que crea el cemento Portland comercial. Durante el proceso de molienda se incluye una cantidad de yeso que oscila entre el 3% y el 4% para regular la solidificación del cemento. La cal es el componente principal del cemento, seguida por la sílice, la alúmina y el óxido de hierro en orden descendente de importancia. La referencia de esta información es Benavente, R. (2018), concretamente en la página 38.

Los constituyentes primarios son:

- Sílice (anhídrido silícico).....:SiO₂
- Cal (óxido cálcico) :CaO
- Alúmina (óxido alúmino) :Al₂O₃
- Oxido férrico:Fe₂O₃



La combinación de sílice y cal constituye aproximadamente del 70% al 75% de la composición total del clínker, apareciendo como varios silicatos de calcio con niveles variables de basicidad.

Sílice y cal formal, en conjunto entre el 70% y el 75% del clínker.

La alúmina y el óxido férrico se denominan fusiones porque, junto con la magnesia y los álcalis, constituyen la fase líquida del Clinker y facilitan las interacciones entre la sílice y la cal. Se combinan con estos últimos para crear aluminatos.

La siguiente tabla proporciona una descripción general del contenido de óxido del cemento.

CaO...	:60% al 67%
SiO ₂	:17% al 25%
Al ₂ O ₃	:3% al 8%
Fe ₂ O ₃	:0.5 % al 6%. (Benavente, R. 2018, pág. 40)

2. Cal.

El componente más importante del cemento es... La piedra caliza es la principal fuente de carbonato de calcio (CaCO₃). La piedra caliza sufre descomposición térmica para producir cal viva (CaO) y dióxido de carbono (CO₂). Este procedimiento se lleva a cabo a una temperatura de 1000 °C, momento en el que el material adquiere un tono rojo vivo. Puede que la cal viva no cause una gran impresión al principio, pero sufre una reducción de peso del 44% como resultado de la liberación de dióxido de carbono. Por este motivo su porosidad es mayor que la de la caliza original. Los poros microscópicos



absorben suavemente el agua de enfriamiento, haciendo que el óxido de calcio interactúe con el agua para convertirse en hidrato de calcio. La cal dura tiene una mínima resistencia, sin embargo posee un notable nivel de flexibilidad y firmeza volumétrica en ambientes húmedos. La cita de esta información es de Benavente, R. (2018), específicamente página 39.

3. La sílice.

Este material tiene una resistencia excepcional a la disolución en agua y es impermeable a la mayoría de los ácidos, a excepción del ácido fluorhídrico. Cuando se expone al calor, muestra resistencia a los cambios en su estructura cristalina y a las variaciones de volumen. Desde un punto de vista químico, permanece sin cambios. A una temperatura de 1900 °C, el cuarzo sufre una transición de fase del estado sólido al estado fundido y, al enfriarse, se solidifica formando una sustancia vítrea denominada vidrio de cuarzo. La fuente citada es Benavente, R. (2018), concretamente en la página 40.

4. Alúmina.

La alúmina (Al_2O_3) es un compuesto que está presente en abundancia en la arcilla. En la composición típica de la arcilla, generalmente se acepta que la cantidad de sílice es aproximadamente el doble que la cantidad combinada de alúmina y óxido férrico. Además, la cantidad de alúmina es el doble que la cantidad de óxido férrico. (Ortiz, A., 2018, p. 54)

5. Oxido de fierro.

El óxido férrico es un componente crucial de los minerales ferrosos y su presencia se puede encontrar en casi todos los cementos, aunque en

pequeñas cantidades. "A excepción del cemento blanco, que debe estar completamente libre de cualquier óxido" (Ortiz, A., 2018, p. 56).

6. Componentes químicos y físicos de los cementos Rumi, Yura, Frontera y Wari.

Tabla 3

Requisitos químicos de los 4 tipos de cemento.

Requisitos químicos	Cemento Portland Rumi IP	Cemento Portland Yura IP	Cemento Portland Frontera IP	Cemento Portland Wari I
MgO (%)	1.99	1.99	1.99	1.78
SO ₃ (%)	1.75	1.75	1.75	2.74
Perdida por ignición (%)	2.14	2.14	2.14	2.5

Nota. Ficha técnica de los cementos.

Tabla 4

Requisitos físicos de los 4 tipos de cemento.

Requisitos físicos	Cemento Portland Rumi IP	Cemento Portland Yura IP	Cemento Portland Frontera IP	Cemento Portland Wari I
Peso específico (gr/cm ³)	2.85	2.85	2.85	3.14
Expansión en autoclave (%)	0	0	0	0.08
fraguado vicat inicial (min)	170	170	170	130
fraguado vicat final (min)	270	270	270	215

Nota. Ficha técnica de los cementos.



7. Calor de hidratación.

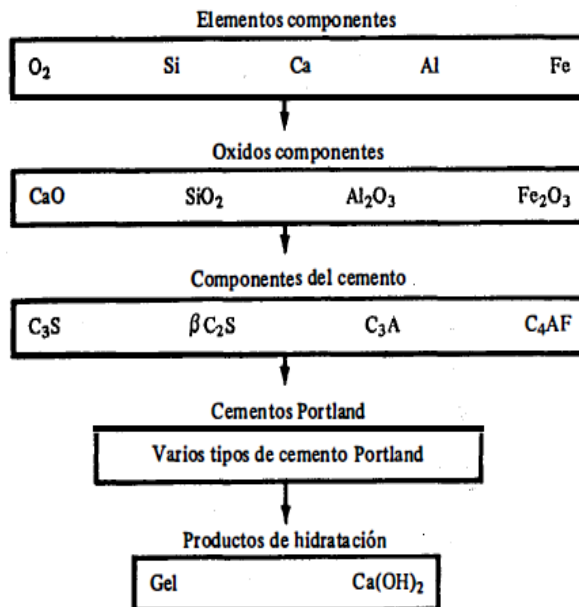
El proceso de hidratación de los componentes químicos del cemento es exotérmico, lo que da como resultado la liberación de calor a una velocidad de 500 J/s (120 cal/g). Debido a su mala conductividad, el hormigón funciona principalmente como aislante. Sin embargo, dentro de estructuras de hormigón gruesas, la temperatura puede aumentar significativamente, lo que provoca una pérdida de calor de la masa externa y quizás provoque fracturas graves. Sin embargo, el comportamiento se ve alterado por la paulatina expansión del hormigón. El ritmo de creación de calor está significativamente influenciado por la temperatura a la que se produce la hidratación, como se ve en los datos presentados en la Tabla 4. Esta tabla ilustra la cantidad de calor generado después de 72 horas a varias temperaturas. La temperatura tiene poco impacto en el valor del calor de hidratación a largo plazo. (Carvalho, A., 2019, p. 13)

2.2.7 Hidratación del concreto.

Cuando se combinan pasta de cemento y agua, el cemento Portland se transforma en una sustancia cohesiva que actúa como aglutinante. El agua, silicatos y aluminatos indicados en la Tabla 1 son componentes esenciales del proceso de hidratación. Cada tipo de cemento presenta reacciones distintas al entrar en contacto con el agua, dando como resultado un verdadero proceso de hidratación mediante la adición directa de moléculas de agua. La hidrólisis es el segundo tipo de reacción que ocurre con el agua. La referencia de esta información es Pérez, G. (2017), página 36.

Figura 1

Representación esquemática de la formación hidratación del cemento portland.



2.2.7.1 Etapas de hidratación del concreto

La hidratación es el proceso de una reacción química que tiene lugar cuando el agua se combina con el cemento, lo que hace que pase de una condición maleable a una solidificada. La velocidad a la que se forma el calor de hidratación está fuertemente influenciada por la finura del cemento. Inicialmente es muy rápido y luego va disminuyendo progresivamente con el tiempo. La fuente de esta información se puede encontrar en el libro escrito por Pérez en 2017 en la página 39.

- ❖ **Plástico** Una menor relación Agua/Cemento da como resultado una mayor concentración de partículas de cemento en la pasta compactada, lo que lleva a una mayor resistencia. El primer elemento que reacciona es el C3A, seguido por los silicatos y el C4AF. Durante la fase plástica, se produce hidróxido de calcio, lo que resulta en una



elevación de la alcalinidad de la pasta a un nivel de pH de alrededor de 13.

- ❖ **Fraguado inicial** Básicamente, el proceso comienza con la reducción de la flexibilidad, durante la cual se aceleran los procesos químicos dentro del material. Esta fase se caracteriza por la reacción exotérmica visible, donde se produce el calor de hidratación como resultado de estos eventos químicos. El gel de silicato hidratado de calcio (CHS o Torbemorita) se crea en estructuras porosas, exhibiendo una consistencia coloidal entre sólida y líquida. Este gel se vuelve progresivamente más rígido a medida que los silicatos se hidratan. Esta fase tiene una duración de aproximadamente 3 horas y da como resultado una secuencia de reacciones químicas que aumentan gradualmente la solidez del gel de CHS. Durante este intervalo, la pasta se puede recombinar sin inducir distorsiones o alteraciones duraderas en la construcción en curso de la estructura.
- ❖ **Fraguado final** Este proceso ocurre al concluir la primera fase de configuración, marcada por una solidificación sustancial y distorsiones irreversibles. La disposición del gel está determinada por la agregación precisa de sus partículas solidificadas.
- ❖ **Endurecimiento** Esto sucede desde el fraguado final y en el que sus características resistentes mejoran con el tiempo, es la condición última de la pasta. Existen dos formas de fraguado: la primera se conoce como "Falso fraguado", que ocurre cuando ciertos cementos se calientan durante el proceso de molienda del Clinker con yeso,



provocando la deshidratación del producto resultante. Al añadir agua al cemento se produce un proceso de cristalización y solidificación visible durante los dos primeros minutos de mezclado. En consecuencia, cuando la pasta se vuelve a mezclar, recupera su capacidad de moldearse y darle forma.

El segundo fenómeno se conoce como "fraguado violento", que surge de una cantidad insuficiente de yeso inyectado durante el proceso de fabricación. Esto provoca un rápido endurecimiento, lo que provoca una intensa liberación de calor durante la hidratación y una pérdida de flexibilidad. Pasquel Carvajal, 1998

Temperatura. La energía térmica es una cantidad mensurable que cuantifica la cantidad de calor presente en un cuerpo, objeto o entorno. Esta magnitud cuantifica la cantidad de energía térmica que posee cada objeto. Un termómetro es el dispositivo que se utiliza para medir la temperatura.

Temperatura ambiental. El término se refiere a la temperatura del aire ambiente. La temperatura ambiente es un aspecto crucial a considerar a la hora de construir piezas estructurales en obras civiles. Por lo tanto, es importante determinar con precisión este factor ambiental, lo que se logrará mediante el estudio realizado.

Temperatura de inicio de colocación del concreto. La temperatura máxima en el concreto depende de la temperatura inicial en el momento de la colocación del concreto, por lo que es necesario un manejo cuidadoso durante todo el proceso de vertido. El impacto de la temperatura de cada componente variará según la cantidad de cada sustancia y su capacidad calorífica



específica.

Para obtener la temperatura inicial estimada para el proceso de vaciado se empleará la siguiente ecuación:

$$(^{\circ}C)=0.22(TaMa+TcMc)+TwMw(Ma+Mc)+Mw$$

Donde:

T: temperatura inicial del concreto ($^{\circ}C$)

Ta: temperatura de los agregados ($^{\circ}C$)

Tc: temperatura del cemento ($^{\circ}C$)

Tw: temperatura del agua de la mezcla excluyendo el hielo. ($^{\circ}C$)

Ma: peso de los agregados (kg)

Mc: peso del cemento (kg)

Mw: peso del agua de mezcla (kg)

El agua de mezcla representa un pequeño porcentaje de la mezcla, que debido a su calor específico puede aportar en la disminución de la temperatura del concreto. Para mejorar esta facilidad del agua, se puede usar hielo como parte del agua de mezcla desde que se derrita completamente. (Pérez, G. 2017, pág. 49)

2.2.8 Reacciones del Cemento Portland con el agua.

2.2.8.1 Composición química de los productos de hidratación.

No se hace la distinción entre C3 S y C2 S ya que, en circunstancias típicas de endurecimiento, ambos producen consistentemente una pasta mineral coloidal llamada "tobermorita", que está compuesta de "hidrato de disilicato tricálcico". El peso del silicato tricálcico completamente hidratado



consiste en un 40% de hidrato de calcio, mientras que el silicato dicálcico completamente hidratado consiste en un 18% de hidrato de calcio. Los dos componentes de silicato muestran poca disparidad en su afinidad por el agua, por lo que la abundancia relativa de tricálcico o dicálcico es de importancia insignificante. Lo mismo puede decirse de los componentes de aluminio. La minúscula cantidad de yeso, normalmente entre el 3% y el 4%, da como resultado un pequeño aumento en el porcentaje global de agua de hidratación, a pesar de la importante proporción de agua químicamente unida al yeso. La cita de esta información es de Rivva, E. (2018), página 40.

2.2.8.2 Constitución física de los productos de hidratación.

Bajo el microscopio se puede ver una pequeña cantidad de clinker sin modificar y enormes cristales de hidrato de calcio sumergidos en el gel de cemento. Estos componentes parecen homogéneos y son demasiado pequeños para ser visibles. El microscopio electrónico no proporciona una representación totalmente transparente de la intrincada composición del gel de cemento. Sin embargo, sí revela la presencia de un material uniforme formado por microcristales no identificables que cubre toda la superficie.

El gel crea un filtro coloidal que tiene propensión a producir láminas enrolladas. Los microcristales de tobermorita se forman tanto en la superficie de los granos como dentro del espacio capilar que se llena de agua entre los granos. Después de 24 horas de agitación, los huecos capilares están significativamente ocupados por partículas de cal. Finalmente, después de 28 días, se hace evidente que el gel ha llenado completamente los huecos capilares de una manera más extensa y compacta, lo que resulta en la



formación de una fuerte unión entre los granos individuales del cemento, uniéndolos estrechamente en su interfaz. (Rivva, E. 2018, página 41)

2.2.9 Fraguado

Cuando se agrega agua al cemento, éste sufre reacciones químicas que alteran la composición de la pasta. Esto conduce a un cambio en la capacidad de la pasta para moldearse, conocido como plasticidad, durante un tiempo determinado que va desde unos pocos minutos hasta muchas horas. Posteriormente, tienen lugar una serie de eventos consecutivos. (Rivva, E. 2018, página 40)

- a. Un aumento repentino y significativo del espesor de una sustancia, seguido de un aumento de la temperatura de la pasta. Esta técnica se conoce como principio de fraguado o primer fraguado.
- b. Después de un lapso de muchas horas, la pasta sufre una transición a un estado en el que ya no es capaz de deformarse y, en cambio, se solidifica formando un bloque duro. Se hace referencia a este punto como la culminación del escenario o la conclusión última. No se alinea con un fenómeno específico, como el principio de configuración; su determinación es puramente teórica o habitual.
- c. La resistencia aumenta progresivamente con el tiempo. A continuación, abordamos el proceso de endurecimiento.

Por lo tanto, la frase "fraguado" o "tiempo de fraguado" se refiere a la noción habitual de la duración requerida para que una mezcla de cemento y agua alcance un cierto nivel de dureza.



Es fundamental que el ajuste no sea ni demasiado rápido ni demasiado lento. Si la velocidad es excesiva, no habrá tiempo suficiente para verter el hormigón antes de que solidifique. La estructura puede experimentar una lentitud significativa, lo que provocará posibles interrupciones y obstáculos en su funcionalidad y avance. Los tiempos de fraguado pueden verse afectados principalmente por cuatro variables: la concentración de SO_3 ; la concentración de C3 A; el nivel de finura; y la temperatura de molienda. La cita fuente de esta información es Rivva, E. (2018), página 40.

2.2.9.1 Esquema del proceso.

La interacción entre cemento y agua comienza puntualmente y se manifiesta en su totalidad. Poco después de mezclarla, el agua se satura con hidrato de calcio, lo que provoca un aumento significativo de la sobresaturación. El C3 S se disuelve rápidamente una vez que se introduce en una solución. La tobermorita se desprende del gel, mientras que el hidrato de calcio restante forma progresivamente cristales en el interior de la solución. El agua absorbe fácilmente cantidades sustanciales de álcalis del cemento, particularmente sulfatos. Mientras tanto, los aluminatos que se han disuelto en el agua son precipitados por el yeso que se ha disuelto, dando como resultado la formación de sulfoaluminato de calcio insoluble o etringita. Esta primera fase induce la solidificación, sin embargo no disminuye la maleabilidad de la masa. Por tanto, al inicio de la solidificación, la primera solidificación de la sustancia puede erradicarse mediante nueva mezcla mecánica. Este fenómeno de tixotropía puede ocurrir cuando la aguja vicat es capaz de penetrar completamente la pasta. (Rivva, E. 2018, página 41)



2.2.9.2 Regulación del fraguado.

El inicio del proceso de fraguado parece atribuirse a la creación de C3A hidratado y C3S hidratado. La duración requerida para lograr la primera etapa de fraguado variará dependiendo del hidrato específico que se forme inicialmente. En ausencia de reguladores de fraguado en el cemento o con una alta concentración de C3 A, se produce una rápida disolución y se produce C3 A hidratado. Este desarrollo tiene el potencial de provocar una solidificación inmediata de la pasta, seguida de un aumento significativo de la temperatura. La cita de esta información es de Rivva, E. (2018), página 41.

En el escenario indicado anteriormente, la presencia de hidratación dictaría la disposición de la pasta. Sin embargo, si la concentración de este compuesto fuera baja, se añadiría una sustancia que ralentizara la reacción. Esta sustancia actuaría disminuyendo la capacidad del C3 A para disolverse o retrasando la formación del hidrato sólido. Como resultado, la molécula permanecería en solución y eventualmente precipitaría como C3 S hidratado. En este segundo escenario, el fraguado y la estructura de la pasta estarían determinados por el C3 S hidratado. El tiempo de preparación sería estándar y no habría aparición de temperaturas elevadas. Lo anterior es exactamente el papel que desempeña el sulfato de calcio en el cemento, que en forma de yeso se tritura junto con el clinker. La inclusión de sulfato de calcio desencadena una respuesta química con C3 A e hidróxido de calcio, lo que resulta en la formación de sulfoaluminato de calcio. Este compuesto tiene una solubilidad muy baja, lo que provoca una disminución en la concentración de C3 A en la solución hasta un nivel en el que el compuesto hidratado no puede precipitar.



El procedimiento antes mencionado continúa hasta agotar el sulfato cálcico o aluminato tricálcico, permitiendo así la hidratación del silicato tricálcico durante este intervalo. En resumen, el proceso de fraguado habitual se produce como resultado de la hidratación del C3 S, que normalmente tarda sólo unas horas en alcanzar un cierto nivel de rigidez. La reacción muy rápida del C3 A con el agua puede generar un fraguado inmediato si esta reacción no fuera retardada por la inclusión de sulfato de calcio, que sirve como regulador del fraguado. (Rivva, E. 2018, página 41)

2.2.10 Factores en la duración del fraguado.

1. Materiales.

Los cementos con una alta concentración de C3 A exhiben un proceso de endurecimiento rápido que puede controlarse incluyendo yeso durante la etapa de molienda. Generalmente, a medida que aumenta la finura del cemento, su tiempo de fraguado disminuye y los cementos muy finos tienden a fraguar muy rápidamente. El tiempo del proceso de fraguado se prolonga como consecuencia de la meteorización, la cual está influenciada por la finura del cemento y la cantidad de agua presente.

Una disminución en el contenido de agua se asocia con una reducción en el tiempo de fraguado. El agua que contiene sustancias orgánicas tiene la capacidad de desacelerar el proceso de solidificación. El agua de mar, cuando se utiliza como agua para mezclar, puede alterar ligeramente los tiempos de fraguado. La inclusión de humus o elementos orgánicos en el árido podría provocar un retraso en el proceso de fraguado. (Rivva, E. 2018, página 41)



2. Clima.

El aumento de la temperatura ambiente reduce la duración requerida para el proceso de fraguado, mientras que la reducción de la temperatura tiende a prolongarlo. La velocidad de fraguado es más lenta en aire húmedo saturado en comparación con aire seco. (Rivva, E. 2018, página 41)

3. Compuestos.

Los químicos solubles específicos ejercen su efecto mediante un proceso químico, alterando la velocidad a la que se disuelve el C3 A. Su efecto puede ser inhibitorio, en el caso de los lignosulfatos; o estimulante, en el caso de los cloruros de calcio o de sodio. (Rivva, E. 2018, página 41).

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Cementos adicionales

Desde hace tiempo se investiga el uso de cementos adicionales, sobre todo después del descubrimiento del cemento Portland. Esta investigación se ha centrado específicamente en la incorporación de escorias de alto horno y puzolana. Sin embargo, durante ese período, la disponibilidad de oferta suficiente no promueve de ninguna manera su uso. La cita de esta información es Cana, D. y Quispe, S. (2018), página 25.

2.3.2 Puzolanas.

Bajo esta denominación, el término abarca materiales inorgánicos tanto naturales como artificiales. Entre estos últimos, muchos se consideran productos de desecho en otras industrias, pero pueden usarse eficazmente como aditivos para el cemento. Estos materiales tienen la capacidad de



reaccionar con el hidróxido de calcio que se produce durante la hidratación de los silicatos de calcio. Puzolanas de origen natural. Compuesto por una variedad de rocas volcánicas o rocas formadas a partir de materia biológica, como la tierra de diatomeas. Es importante señalar que no todos los materiales volcánicos tienen propiedades puzolánicas, por lo que es necesario realizar pruebas de actividad puzolánica para confirmarlas. (Pérez, G. 2017, p. 11)

2.3.3 Fillers.

Se trata de materiales complementarios que se añaden al clinker en pequeñas cantidades para mejorar la fabricación del cemento, promoviendo así la eficiencia energética y la conservación del medio ambiente. A pesar de algunos puntos de vista, las cargas no se consideran del todo inertes, ya que inducen un efecto dispersante sobre el cemento que favorece su hidratación. Además, ahora se está investigando el potencial de acción epitáxica, después de hallazgos prometedores con ciertas variedades de relleno de piedra caliza. La referencia proviene de la publicación de Cana y Quispe en 2018, específicamente en la página 52.

2.3.4 Cemento.

El cemento Portland se produce sometiendo clinker finamente triturado, que contiene cal, alúmina, hierro y sílice en cantidades predeterminadas, a altas temperaturas. Cuando se combina con agua, el hormigón resultante tiene la capacidad de solidificarse formando una masa dura. (Mamani y Chambi, 2020, p. 23)



2.3.5 Cemento Portland tipo IP.

Los cementos Portland de tipo IP se utilizan en proyectos de construcción. Estos cementos se producen de forma similar a otros tipos de cemento, donde se muele el clinker. Sin embargo, en el caso del cemento tipo IP se añade entre un 15% y un 40% de puzolana. Esta adición proporciona un desempeño similar al cemento tipo I, junto con una resistencia moderada a los sulfatos y un calor de hidratación moderado. La referencia de esta información es Benavente, R. 2018, página 36.

2.3.6 Calor de hidratación.

El proceso de hidratación de los componentes químicos del cemento es exotérmico, lo que da como resultado la liberación de calor a una velocidad de 500 J/s (120 cal/g). Debido a su mala conductividad, el hormigón funciona principalmente como aislante. Sin embargo, dentro de estructuras de hormigón gruesas, la temperatura puede experimentar un aumento significativo, lo que provoca una pérdida de calor de la masa externa y puede provocar fracturas graves. Sin embargo, el comportamiento se ve alterado por la paulatina expansión del hormigón. (Mamani y Chambi, 2020, p. 25)

2.3.7 Hidratación del concreto.

Cuando se combinan pasta de cemento y agua, el cemento Portland sufre una reacción química para convertirse en un agente adhesivo. El agua, silicatos y aluminatos indicados en la Tabla 1 son componentes esenciales de este proceso de hidratación. Cada tipo de cemento presenta reacciones distintas al entrar en contacto con el agua, dando como resultado un verdadero



proceso de hidratación mediante la adición directa de moléculas de agua. La hidrólisis es el segundo tipo de reacción que ocurre con el agua. La cita de esta información es Carvalho, A., 2019, página 46.



CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación.

El estudio considera un componente crucial del hormigón, que es su nivel de resistencia requerido para su uso en la estructura de una edificación. La investigación tiene como objetivo conocer la importancia de salvaguardar el cemento durante la fase de adquisición y su posterior uso. Al igual que en los proyectos realizados en la región de Puno, el monitoreo de las condiciones de almacenamiento del cemento no recibe mucha atención y puede ser complejo, especialmente cuando los proyectos están ubicados lejos de los lugares donde se compra el cemento. Es necesario tener en cuenta las condiciones de almacenamiento, incluido el tiempo de almacenamiento, y la evaluación de la resistencia última alcanzada en el hormigón. Esto implica examinar las condiciones de almacenamiento en diferentes escenarios: uso de cemento recién comprado, uso de cemento almacenado durante 30 días, uso de



cemento almacenado durante 45 días y uso de cemento de bolsas dañadas almacenadas durante 45 días. Las resistencias alcanzadas inevitablemente variarán. Es necesario cuantificar el trabajo para poder asignar importancia a las circunstancias de almacenamiento del cemento y la resistencia a la compresión resultante en cada escenario. Esto es crucial para comprender la importancia de las condiciones de almacenamiento. Considerando estas condiciones del estudio sus características serán:

- Nivel Descriptivo.
- Tipo Tecnológico.

3.1.1 Nivel Descriptivo.

El estudio se plantea de nivel descriptivo porque en la metodología de la investigación considera las siguientes condiciones de almacenamientos del cemento: empleo del cemento fresco para la producción del concreto; empleo de cemento con 30 días de almacenado para producir concreto, empleo de cemento con 45 días de almacenamiento y empleo de cemento con 45 días de almacenamiento para producir concreto.

3.1.2 Tipo tecnológico.

El estudio es una investigación aplicada enfocada en determinar el nivel de resistencia alcanzado en muestras de concreto almacenadas en diversas condiciones comúnmente encontradas en proyectos de construcción en la ciudad de Juliaca. El objetivo es evaluar el impacto de las condiciones de almacenamiento en la resistencia final del hormigón y proporcionar resultados cuantificables para respaldar los hallazgos.



3.2 Población y muestra.

3.2.1 Población.

En Juliaca, hay una cantidad significativa de desarrollo que utiliza concreto, particularmente estructuras de varios pisos. Se necesitan diferentes niveles de resistencia del hormigón, incluidos 210 kg/cm², 250 kg/cm² e incluso resistencias mayores. Estos niveles de fuerza están incluidos en la población de investigación.

3.2.2 Muestra.

La investigación examina la creación de hormigón normal como muestra, utilizando cemento en las circunstancias de almacenamiento especificadas.

- Producido con cemento fresco.
- Producido con cemento almacenado por 30 días.
- Producido con cemento almacenado por 45 días.
- Producido con cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas.

3.3 Procedimientos metodológicos de la investigación.

3.3.1 *Influencia de la humedad en las propiedades del cemento para la producción del concreto*

- Importancia del silicato tricálcico en el cemento
- Influencia de la humedad en la calidad del cemento
- Calor de Hidratación



- Manejo y almacenamiento
- Fraguado del cemento durante el almacenamiento.
- Ventilación del cemento en el almacenamiento.
- Almacenamiento y entrega del cemento
- Fraguado del cemento durante el almacenamiento
- Contaminación del cemento en el almacenamiento

3.3.2 Diseño del concreto 210 kg/cm², empleando cementos almacenados en diferentes condiciones.

- Propiedades de agregados de la cantera de Cabanillas
- Metodología de producción del concreto, con cemento fresco.
- Metodología de producción del concreto, con cemento almacenado por 30 días.
- Metodología de producción del concreto, con cemento almacenado por 45 días.
- Metodología de producción del concreto, con cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas.

3.3.3 Resistencias desarrolladas en concretos 210 kg/cm², con cementos almacenados en diferentes condiciones.

- Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento fresco.



- Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 30 días.
- Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 45 días.
- Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 45 días



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Influencia de la humedad en las propiedades del cemento para la producción del concreto.

4.1.1 *Importancia del silicato tricálcico en el cemento*

El componente más importante del cemento es la cal, seguida por la sílice, la alúmina y el óxido férrico. Estos componentes constan de varios constituyentes, aunque sólo una pequeña proporción de ellos influye en las cualidades finales del cemento. Los valores promedio de Sílice Modificada que van de 2,0 a 2,5 sirven como indicador de si el cemento es rico en sílice. La sílice se refiere al porcentaje de conexión entre la cantidad de sílice y el contenido combinado de alúmina y óxido férrico. En condiciones excepcionales se contempla el uso de cemento blanco, que tiene un alto contenido en alúmina y carece de óxido férrico, así como "cemento mineral", que es bajo en alúmina y alto en óxido férrico.



La palabra "cal normal" se refiere a la cantidad de cal "estándar" que está presente en el cemento, que es un factor crítico al evaluar la calidad del cemento. El yeso, a su vez, incluye cal cálcica derivada del ácido sulfúrico, que se incluye como parte del contenido total de CaO en la mezcla de cemento crudo. Sin embargo, esta cal cálcica no está asociada con la saturación de cal y debe deducirse del cálculo de la "cal normal". La aplicación combinada de cal y yeso equivale a 0,7 veces la concentración de dióxido de azufre (SO) reportada en la investigación, y esta es la cantidad que se debe restar. El contenido de cal típico que se encuentra en los cementos Portland se encuentra dentro del rango del 85% al 100%. Un valor de cal más bajo indica una mayor proporción de silicato dicálcico, mientras que un cemento "saturado de cal" con un valor de cal de 100 estaría compuesto principalmente de silicato tricálcico.

1. Estabilidad del silicato tricálcico en el cemento.

El C3S es una sustancia química muy inestable, como demuestra su interacción con el agua. Cuando la cal y el sílice se calientan a 1250 grados Celsius, sólo se produce silicato dicálcico y cal viva. Si se deja que continúe durante un tiempo suficientemente largo a una temperatura suficientemente alta, se formará C3S en una "reacción en fase sólida" que procede lenta e incompletamente. Debido al alto punto de fusión de alrededor de 2240 °C, la obtención de C3S mediante este proceso es un desafío, ya que el silicato se descompone en C2S y cal libre a temperaturas superiores a 1900 °C. La exposición prolongada del clinker a una temperatura de 1100 °C puede provocar la disociación del C2S y el óxido de cal, lo que se puede observar



durante todo el proceso de enfriamiento. Para facilitar la formación de C3S dentro del rango de temperatura deseado, se introducen alúmina y óxido férrico en el petróleo crudo para proporcionar la fase líquida requerida, lo que permite la combinación y cristalización de cal y sílice.

2. Acción del silicato tricálcico en el Cemento

El rápido endurecimiento del cemento se ve facilitado por la velocidad de hidratación producida por el C3S. Las cualidades hidráulicas son de primera categoría. El calor de hidratación del C3S ha aumentado considerablemente. Su calor de hidratación total es de unas 120 calorías por gramo. La resistencia mecánica inicial se ve muy favorecida por el rápido endurecimiento del C3S. Su contribución a la resistencia final no es tan significativa como la del C2S, pero sigue siendo considerable.

Se plantea la hipótesis de que aumentar la concentración de silicato de calcio en el cemento mejora la resiliencia del hormigón cuando se expone a ciclos de congelación y descongelación. adhesivos con alto contenido en C3S. debido a la sencilla liberación de cal del compuesto. En comparación con los cementos con alto contenido en C2S, carece de estabilidad química. El cemento con alto contenido en C3S tiene menos retracción que el cemento con bajo contenido en cal.

3. Forma de acción del silicato tricálcico en el cemento

Los cementos con una alta proporción de silicato tricálcico son muy adecuados para componentes prefabricados y circunstancias que necesitan una eliminación rápida, gracias a su rápida tasa de hidratación y su robusta



resistencia mecánica inicial. Los cementos con alto porcentaje de silicato tricálcico son ideales para zonas de bajas temperaturas porque endurecen rápidamente y producen calor durante el proceso de elaboración del hormigón. La presencia de agrietamiento y cambios diferenciales de volumen, causados por un importante almacenamiento de calor y rápidas variaciones térmicas, hacen que los cementos con un alto contenido de silicato tricálcico no sean adecuados para su uso en proyectos de construcción a gran escala, como presas.

4.1.2 Influencia de la humedad en la calidad del cemento

Garantizar las condiciones de humedad adecuadas alrededor de la pasta de hormigón es fundamental, ya que significa la finalización del proceso de endurecimiento hidráulico. El crecimiento del gel de cemento se ve facilitado por la presencia de espacios capilares llenos de agua. Sin embargo, si estos huecos se llenan con aire en lugar de agua, la producción de gel disminuye. La producción de gel solo se puede restablecer cuando el agua evaporada se repone o se rejuvenece. El hormigón fresco sin protección tiene un mayor riesgo de secarse de lo que a menudo se reconoce. La desecación es un proceso que implica considerar la influencia de la temperatura ambiente en relación con la temperatura del hormigón. Del mismo modo, se acostumbra considerar la influencia de los niveles de humedad circundantes y las corrientes de aire. Sin embargo, a menudo se ignora la temperatura del hormigón y se presta poca atención a su correlación con la temperatura ambiente. Como resultado, hay casos en los que el hormigón recién vertido se deja sin protección de la luz solar, o durante el invierno, cuando el hormigón calentado



artificialmente queda repentinamente expuesto a la diferencia extrema de temperatura en contacto directo con el aire frío.

4.1.3 Calor de Hidratación del cemento

El calor producido durante la hidratación del cemento está influenciado principalmente por la composición química y la finura del cemento utilizado, ya que implica una reacción química entre los componentes del cemento y el agua. Con base en la información proporcionada, podemos concluir que el calor de hidratación se refiere a la cantidad de calor que se genera cuando el cemento no hidratado se hidrata completamente a una determinada temperatura. Esta cantidad se mide en calorías por gramo de cemento no hidratado. Los cementos típicos presentan un calor de hidratación que oscila entre 85 y 100 cal/gr. En consecuencia, en la mayoría de los escenarios de construcción, el calor se disipa rápidamente a través de la radiación y tiene poco o ningún impacto en la temperatura interior de la estructura. Para evitar la rápida dispersión del calor, que puede penetrar la estructura de hormigón a temperaturas elevadas, las estructuras de hormigón sustanciales utilizan la capacidad limitada del material para transmitir calor, lo que lo convierte en un absorbente de calor ineficaz. Durante el proceso de endurecimiento del hormigón, las temperaturas elevadas inducen la expansión, mientras que el enfriamiento posterior a temperatura normal conduce a la contracción y la formación de fracturas.

El calor de hidratación surge de la interacción química entre el cemento y el agua. Sólo la finura del cemento, la temperatura de curado y la composición química influyen en la cantidad de calor producido. Algunos



edificios, especialmente los de gran Vol., necesitan mucho calor rápidamente. Sin una ventilación suficiente, este calor puede hacer que la temperatura del concreto aumente drásticamente.

4.1.4 Manejo transporte y almacenamiento del cemento

Proteger el cemento contra cualquier fuente de humedad garantizará que dure eternamente sin degradarse. Es importante almacenar correctamente el cemento in situ para que no se dañe ni se contamine con otros materiales. El concreto no debe fabricarse con nada que esté deteriorado o contaminado. En lo que respecta al almacenamiento del cemento, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- a. Los sacos de cemento con envases rasgados o perforados no están permitidos en la obra.
- b. El cemento en sacos debe mantenerse seco y frío, alejado de la luz solar directa y de cualquier zona por la que pueda circular libremente el agua. Los sacos deben apilarse a no más de 10 alturas con el menor espacio posible entre ellos y deben cubrirse con plástico u otro material protector mientras se guarden. Se recomienda construir una barrera para permitir una circulación de aire suficiente y proteger las bolsas de la humedad del suelo.
- c. Los sacos no podrán apilarse a más de 14 alturas para periodos de almacenamiento inferiores a 60 días, y a 7 alturas para periodos de almacenamiento superiores a 60 días. Para mayor seguridad, se utilizará primero el cemento que lleve más tiempo



almacenado.

- d. El cemento a granel debe ser guardado en silos metálicos, certificados por la Supervisión, tales componentes deben impedir eficazmente la entrada de humedad o contaminantes y deben estar ventilados.
- e. Las zonas de almacenamiento de cemento a granel deben dividirse en secciones para las distintas variedades de cemento. Los silos deben ser bastante altos en comparación con su diámetro, y deben tener forma cilíndrica. Los silos circulares deben tener una inclinación interna de al menos 50 grados respecto a la horizontal, mientras que los rectangulares deben tener una inclinación de al menos 55 y 60 grados. Su Vol. oscila entre 15 y 50 m³.
- f. Los silos deben disponer de inyectores de aire que permitan la introducción ocasional y a baja presión de pequeñas cantidades de aire seco y exento de aceite para desalojar el cemento que pueda haberse acumulado en el silo.
- g. Cada silo o sector de almacenamiento debe estar provisto de una compuerta y un sistema de transporte para la dosificación y debe estar separado del entorno. Se recomienda utilizar perfiles circulares con conos truncados en la parte inferior para el interior de los silos, de modo que se pueda extraer fácilmente todo el cemento.



- h. A intervalos regulares durante los grandes proyectos de construcción, los silos deben vaciarse y examinarse para asegurarse de que no se ha acumulado cemento. Esta intervención debe ser realizada por la Supervisión en el silo siempre que se deposite en él una nueva clase de cemento, o un cemento de otra fuente, o de la misma fuente, pero de una clase diferente. La acumulación de cemento en el silo debe limpiarse antes de que el silo pueda volver a llenarse.
- h. El cemento no debe mojarse ni contaminarse con otras sustancias cuando se traslade de los camiones a los silos.

1. Tiempo de almacenamiento del cemento.

Las condiciones de almacenamiento del cemento y su manipulación durante la entrega pueden influir en su comportamiento en el concreto. El cemento debe conservarse in situ de forma que no se dañe ni contamine. La Inspección debe aprobar la técnica de almacenamiento antes de su aplicación. El cemento que se haya deteriorado o contaminado de algún modo no debe utilizarse. Si el cemento se mantiene seco y fuera del aire, puede conservarse eternamente. El cemento a granel puede conservarse durante años sin degradarse en enormes silos de concreto en las fábricas de cemento; sin embargo, la vida útil del cemento puede acortarse si se almacena en silos diminutos donde la humedad puede condensarse dentro del silo. Los sacos de papel tienen una vida útil considerablemente más corta que los envases de plástico. El cemento puede solidificarse en grumos en tan sólo cuatro o seis semanas si se expone a una humedad elevada.



2. Fraguado del cemento durante el almacenamiento.

Cuando el cemento reacciona con la humedad, se produce una situación conocida como fraguado en almacenamiento. El fraguado en almacenamiento se refiere al proceso de hidratación parcial del cemento que se produce cuando se conserva por un tiempo determinado y entra en contacto con la humedad del aire. También puede incluir la compactación mecánica que se produce durante el almacenamiento. Los posibles métodos preventivos para evitar el fraguado durante el almacenamiento pueden comprender:

- a. Apilar el material a medida que se entrega en el lugar.
- b. Garantizar que el almacén permanezca seco.
- c. Almacenar las bolsas sobre listones en el suelo
- d. Mantener las bolsas en un lugar seco y fresco, lejos de la Humed.
- e. Lugares con equipos de identificación y verificación.

El cemento en bolsas:

- a. Debe guardarse en un lugar seco, fresco y bien ventilado, al abrigo de la intemperie y alejado del agua y la suciedad.
- b. Las bolsas deben guardarse en pilas de hasta diez, cubiertas con plástico u otro medio de protección adecuado, para facilitar su control y manipulación.
- c. La obra no aceptará bolsas cuyo envoltorio esté deteriorado o pinchado, que tengan humedad o que no pesen lo que exige la Norma.



El cemento a granel :

- a. Debe conservarse en silos metálicos sellados para mantener su calidad y evitar cualquier cambio en sus cualidades químicas y físicas durante el almacenamiento.
- b. La Supervisión debe autorizar los silos, y los diseños de éstos deben permitir que el material fluya hacia el exterior manteniendo fuera la humedad y otros contaminantes.
- c. El cemento debe manipularse con sumo cuidado para que no se moje o contamine mientras se traslada de los camiones a los silos.
- d. Las puzolanas, las cenizas, la escoria finamente pulverizada y la microsílíce deben utilizarse siguiendo las mismas directrices.
- e. La propensión a la prehidratación del cemento está influida por una amplia gama de variables, como su composición química, sus temperaturas de almacenamiento y molienda, y la cantidad de humedad depositada durante el proceso de molienda. Tiene poco impacto en la calidad del cemento, pero puede provocar un fraguado falso y un desarrollo lento de la resistencia.

3. Ventilación del cemento en el almacenamiento.

Puede producirse un falso fraguado en el cemento portland cuando se introduce aire durante el proceso de mezclado; sin embargo, esto no suele ser un problema a menos que el periodo de mezclado sea extremadamente corto. Las propiedades del hormigón sufren a menudo alteraciones como



consecuencia de la duración limitada de la ventilación permitida durante todo el proceso de entrega. Una ventilación prolongada puede provocar la pérdida de asfalto, aumentar las necesidades de agua, favorecer un falso fraguado o mejorar los resultados del ensayo de finura Blaine.

4.1.5 Almacenamiento y entrega del cemento

1. Embarque del Cemento

El cemento suele transportarse por camión en sacos de papel de 42,5 kg (94 libras). Las grandes obras que tienen sus propios silos de almacenamiento también lo compran por toneladas.

2. Tiempo de almacenamiento.

El cemento seco debe almacenarse in situ, ya que este tipo de cemento mantiene intactas todas sus cualidades originales. Lo que ocurre con el cemento después de su entrega y cómo se almacena puede tener un impacto significativo en su rendimiento en el concreto. El cemento debe conservarse in situ de forma que no se dañe ni contamine. La técnica de almacenamiento debe ser aprobada por la dirección. El cemento dañado o contaminado no debe utilizarse. Si el cemento se mantiene seco y fuera del aire, puede conservarse eternamente. La calidad del cemento almacenado en grandes silos de hormigón dentro de los molinos de cemento permanecerá intacta durante un período prolongado. Si el cemento se almacena en pequeños silos donde se pueda condensar la humedad, el plazo de almacenamiento puede verse reducido. Sin embargo, lo habitual es que el cemento se almacene durante muchos meses sin ningún problema.



Las bolsas de papel tienen una duración de almacenamiento mucho más corta que los envases de plástico. En regiones húmedas o áreas con bajos niveles de humedad ambiental, estos objetos pueden llenarse de fragmentos endurecidos en un período de cuatro a seis semanas.

3. Fraguado del cemento durante el almacenamiento

La hidratación parcial de un cemento tras su exposición a la humedad ambiental o a la compactación mecánica durante el almacenamiento se manifiesta por la aparición de grumos, fenómeno conocido como fraguado in situ. Una vez eliminados los grumos, el cemento restante suele ser de calidad utilizable. Las medidas preventivas contra el fraguado inducido por el almacenamiento pueden incluir:

- a. Conformarse con el material a medida que se entrega en el lugar.
- b. Asegurarse de que el almacén permanece seco.
- c. Mantener los sacos en el suelo en parihuelas. Preferiblemente, el suelo estará compuesto por tablones elevados sobre el suelo para reducir la filtración de humedad.
- d. Mantener los sacos en un lugar seco y fresco, lejos de la humedad.
- e. La supervisión y la identificación deben ser permanentes y fáciles de realizar.

El cemento en bolsas:

- a. Debe conservarse en un lugar seco, frío, bien ventilado, protegido



- de la intemperie y alejado de cualquier fuente de agua subterránea.
- b. Los sacos deben guardarse en pilas de no más de 12 y cubiertos con plástico u otro medio adecuado de protección durante períodos de hasta 60 días para permitir su control y manipulación.
 - c. Cuando se almacene cemento durante más de 60 días, es mejor no guardar más de 8 sacos en un mismo lugar para evitar que el cemento se compacte, y deben cubrirse de forma que no se produzca condensación.
 - d. Los sacos de cemento deben almacenarse de forma que puedan utilizarse en el orden en que se recibieron para evitar que se pongan rancios.
 - e. No se aceptarán en la obra sacos de cemento que estén dañados o perforados, que tengan una humedad elevada, que presenten síntomas de endurecimiento del cemento o que tengan un peso incorrecto.
 - f. Para almacenar cemento durante menos de 7 días, debe utilizarse una protección mínima, como una cimentación asegurada de concreto de baja calidad y una cubierta con lonas o láminas de plástico. Las láminas deben solapar los laterales para evitar que se filtre la lluvia. Está cubierta debe sujetarse por abajo y, si es posible, también por arriba, para que el viento no se la lleve.



- g. El suelo debe estar siempre elevado del suelo y protegido de la humedad.
- h. Es obligación de la Supervisión asegurarse de que se cumplen las condiciones mencionadas.

El cemento a granel:

- a. Debe guardarse en silos de acero seguros para mantener su calidad y evitar cualquier alteración de sus características químicas y físicas durante el almacenamiento.
- b. Cada almacén debe tener una puerta y un sistema de transporte de medición instalados, y deben estar completamente sellados del mundo exterior.
- c. Los perfiles circulares con conos truncados en la parte inferior son ideales para el interior de los silos porque facilitan la extracción de todo el cemento.
- d. Es importante vaciar y examinar periódicamente los silos de cemento en los grandes proyectos de construcción para evitar la acumulación de cemento. Cuando se añada cemento fresco al silo, o cuando se añada cemento de la misma fuente, pero de distinto tipo, la Supervisión deberá hacer esta comprobación. La acumulación de cemento en el silo debe limpiarse antes de que el silo pueda volver a llenarse.
- e. Las geometrías de los silos deben estar permitidas por la Supervisión y permitir la salida del material evitando la entrada de



humedad o sustancias contaminantes.

- f. El cemento debe trasladarse de los camiones a los silos sin mojarse ni contaminarse, por lo que debe extremarse la precaución durante todo este proceso.
- g. Vol. Las instalaciones de almacenamiento de cemento deben estar diseñadas para acomodar todos los tipos de cemento individualmente.
- h. Los materiales cementosos minerales deben seguir las mismas directrices.

La tendencia a la prehidratación del cemento está influenciada por varios factores, incluida su composición química, temperatura de almacenamiento, temperatura de molienda y la presencia de humedad durante la molienda. Tiene poco impacto en la calidad del cemento, pero puede provocar un fraguado falso y un desarrollo lento de la resistencia. Si el cemento se ha vuelto grumoso por hidratación parcial durante el tránsito a la obra o el almacenamiento, hay que romperlo. El uso de grumos de cemento puede autorizarse si la mayoría de ellos son lo suficientemente blandos como para aplastarlos entre el pulgar y los dedos, y si los más duros se eliminan utilizando tamices, siempre que esto no esté prohibido por los requisitos del proyecto.

4.1.6 Contaminación del cemento en el almacenamiento

La mayor parte de la contaminación del cemento se produce durante el transporte y el almacenamiento. Se produce principalmente por no mantener limpios los vehículos en los que se transporta. A continuación, se exponen



algunas consecuencias potenciales asociadas a la contaminación de los materiales de uso cotidiano;

- a. Concentraciones ínfimas de compuestos de plomo, zinc o cobre, así como cantidades muy ínfimas de azúcar o almidón, pueden ralentizar considerablemente el proceso de fraguado.
- b. La presencia de fertilizantes a base de amonio en el cemento dará como resultado la producción de gas amoníaco cuando reacciona con el agua. La contaminación por sulfato de amonio puede provocar una concentración elevada de sulfato en el hormigón, lo que supone un riesgo para la seguridad. Los fosfatos y los nitratos son dos categorías de compuestos de amonio que tienen la capacidad de desacelerar el proceso de solidificación del hormigón y provocar el deterioro del acero de refuerzo, respectivamente.
- c. Puede producirse la formación de grumos y deterioro del hormigón cuando éste se contamina con dolomita calcinada inactiva, que suele utilizarse en la fabricación de refractarios.

4.1.7 Análisis de la importancia del adecuado almacenamiento del cemento para la producción del concreto.

El pre-fraguado del concreto y demás componentes, deben de ser controlados, a continuación, se resumen recomendaciones para ello:

- Un concreto de la calidad necesaria sólo puede conseguirse mediante una gestión rigurosa de la selección de materiales, la



dosificación y el cumplimiento de las normas del proyecto.

- Para la certificación de los materiales y el concreto es necesaria una batería de ensayos y una interpretación precisa de los resultados.
- Antes de iniciar cualquier trabajo, el contratista y el supervisor profundizarán en los detalles.
- Deberán tomarse muestras del cemento de vez en cuando para controlar su calidad. La supervisión garantizará que los procedimientos de muestreo y ensayo seguidos se ajustan a los requisitos de las normas ASTM y NTP pertinentes.
- La supervisión dispondrá que se recojan muestras de cada lote de cemento y aditivos que se envíe a la obra.

Se tomará muestras para el control de calidad. Teniendo en cuenta lo siguiente:

- a. Un supervisor deberá verificar que el proceso de muestreo se ha llevado a cabo de acuerdo con ASTM C 183 o NTP 334.007.
- b. La frecuencia de las muestras será establecida por la dirección.

Figura 2

Evaluación del cemento almacenado para la producción de concreto.



Nota: Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 3

Verificación de las características del cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas.



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 4

Características de la preparación del concreto con cemento almacenado por 30 días.



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 5

Características de pre - fraguado del cemento atacado por humedad del ambiente.



Nota: Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 6

Determinación de los diferentes componentes para el concreto.



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

4.2 Diseño del concreto 210 kg/cm², empleando cementos almacenados en diferentes condiciones.

El concreto está formulado con cemento Rumi IP, mientras que los materiales utilizados en el proyecto provienen de la cantera del río Cabanillas, ubicada a una distancia de 25 kilómetros de la ciudad de Juliaca.

4.2.1 Propiedades de agregados de la cantera de Cabanillas

1. P. físicas:

Los resultados son:

Tabla 5

Propiedades físicas

P. Físicas	A. F.	A. G.
Humedad	3.72 %	3.65%
P.U. suelto	1.662 gr/cm ³	1.393 gr/cm ³
P.U. Compac	1.744 gr/cm ³	1.522 gr/cm ³
P. específico	2.55 gr/cm ³	2.57 gr/cm ³
Absorc.	2.91%	1.89 %
Mód. de fineza.	3.06	-.-

Nota. Propios del proyecto - laboratorio EPIC–UANCV; 20 Julio 2023.

2. P. resistentes:

Los resultados son:

Tabla 6

Propiedades resistentes

P. Resistentes	A. G.
Perfil	Redondeado
Agregado	Natural
Desgaste (%)	70.36
Perdida (%)	29.64

Nota. Propios del proyecto - laboratorio EPIC–UANCV; 20 Julio 2023.

4.2.2 Metodología de producción del concreto 210 kg/cm², con cementos almacenados en diferentes condiciones.

- Metodología de producción del concreto, con cemento fresco.
- Metodología de producción del concreto, con cemento almacenado por 30 días.
- Metodología de producción del concreto, con cemento



almacenado por 45 días.

- Metodología de producción del concreto, con cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas.

4.2.2.1 Metodología de producción del concreto 210 kg/cm², con cemento fresco.

Método del Comité 211 del ACI, con la secuencia:

- Especificaciones
- Materiales.
- Procedimiento.

1. Especificaciones:

Calcular la proporción de materiales, para un concreto 210 kg/cm², con cemento fresco. Se toma en cuenta:

- a. Cemento RUMI, fresco.
- b. Agregados "Cabanillas".
- c. De 210 kg/cm², y desviación estándar 21 kg/cm².
- d. Agregados redondeados.
- e. Consist. plástica.
- f. Cemento fresco.

2. Materiales.

A. Cemento.



- Cemento RUMI, P. especif. 3.00 gr/cm³.

B. Agua.

- Potable.

C. Agrg. F.

- P.E. 2.55 gr/cm³.
- Absorc. 2.91%
- Humed. 3.72 %
- Mód. de finura. 3.06

D. Agregado grueso.

- Forma redondeada.
- Tam. máx. 3/4"
- P.E. de masa. 2.57 gr/cm³.
- Absorc.. 1.89 %
- Humed. 3.65 %
- P. compact. 1.522 kg/m³.

3. Procedimiento.

I. Resistencia de diseño (f'_{cr}).

- Diseño = 210 kg/cm².
- Desviación (S) = 21 kg/cm².

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34(S) = 210 + 1.34(21) = 238 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33(S) - 35 = 210 + 2.33(21) - 35 = 223.93 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

II. TMN del agregado grueso.



Especificación

T.M.N.: 3/4"

III. Asent..

Consist. plástica.

S = 3" a 4"

IV. Vol. de agua.

- Asent. 3" a 4"
- TMN 3/4"
- Perfil natural.
- Concreto sin aire incorpor.

Agua: 205 lit. (m³)

V. Contenido de aire.

- TMN 3/4".

Aire atrapado: 2 %

VI. Agua - cemento.

- Diseño : 240 kg/cm².
- Sin aire incorpor.
- Concreto normal
- Por resistencia.

A/C = 0.636

VII. Cantidad cemento.



- Agua. = 205 lit.
- Agua /cemento = 0.636
- Cemento = agua / a-c = 205/ 0.636 = 322 kg.

Cemento = 322 kg (8 bolsas)

VIII. Agregado grueso.

- TMN : 3/4"
- Modulo Fineza : 3.06
- P. seco compact. : 1522 kg/m³
- Vol. agregado grueso : 0.60

$$AG = (0.60) (1522)$$

Peso AG = 913 kg/m³

IX. Volúmenes absolutos.

- Cemento (322/3000) : 0.1073m³.
- Agua (205/1000) : 0.2050 m³.
- AG (913/2570) :0.3553 m³

Total, Vol. absoluto : 0.6676 m³.

X. Agregado fino.

- Vol. AF : 1.000 – 0.6676
- Vol. AF : 0.3324 m³
- Peso AF : 0.3324 x 2550



Peso AF : 848 kg

XI. Corrección por Humed.

- A.F. (humedad) : 3.72 %
- A.G. (humedad) : 3.65 %
- A.F. (Absorc.) : 2.91 %
- A.G. (Absorc.) : 1.89 %
- P. seco A.F. : 848 kg.
- P. seco A.G. : 913 kg.

Pesos húmedos

- A.F. : 848 (1.0372) = 880 kg. Húmedo
- A.G. : 913 (1.0365) = 946 kg. Húmedo

Agua neta.

- A.F.: 848 (0.0372 – 0.0291) = 6.87 lit.
- A.G.: 913 (0.0365 – 0.0189) = 16.07 lit.

$$\Sigma = 23 \text{ lit.}$$

$$\text{Agua neta: } 205 - 23 = 182 \text{ lit.}$$

XII. Proporciones en peso

Cemento AF AG / Agua

$$\frac{322}{322} : \frac{880}{322} : \frac{946}{322} / \frac{182}{322}$$

$$1 : 2.73 : 2.94 / 0.57$$

XIII. Materiales para un metro cubico de concreto.



Cemento	: 322kg.
A. F.	: 880 kg. Húmedo.
A. G.	: 946 kg. Húmedo.
Agua	: 182 lit.
Cemento	: Fresco
Agua	: 134 lit.

4.2.2.2 Metodología de producción del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 30 días.

- El diseño del concreto de 210 kg/cm², es similar al anterior; la diferencia esta en el cemento almacenado por 30 días:

I. Proporción en peso de los componentes del concreto.

Cemento AF AG / Agua

$$\frac{322}{322} : \frac{880}{322} : \frac{946}{322} / \frac{182}{322}$$

$$1 : 2.73 : 2.94 / 0.57$$

II. Materiales para un metro cubico de concreto.

Cemento	: 322kg.
A. F.	: 880 kg. Húmedo.
A. G.	: 946 kg. Húmedo.
Agua	: 182 lit.
Cemento	: Almacenado por 30 días

4.2.2.3 Metodología de producción del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 45 días.

- El diseño del concreto de 210 kg/cm², es similar a la anterior; la diferencia esta en el cemento almacenado por 45 días:



I. Proporción en peso de los componentes del concreto.

Cemento AF AG / Agua

$$\frac{322}{322} : \frac{880}{322} : \frac{946}{322} / \frac{182}{322}$$

1 : 2.73 : 2.94 / 0.57

II. Materiales para un metro cubico de concreto.

Cemento	: 322kg.
A. F.	: 880 kg. Húmedo.
A. G.	: 946 kg. Húmedo.
Agua	: 182 lit.
Cemento	: Almacenado por 45 días

4.2.2.4 Metodología de producción del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas.

El diseño del concreto de 210 kg/cm², es similar a la anterior; la diferencia esta en el cemento almacenado por 45 días de almacenamiento en bolsas deterioradas:

I. Proporción en peso de los componentes del concreto.

Cemento AF AG / Agua

$$\frac{322}{322} : \frac{880}{322} : \frac{946}{322} / \frac{182}{322}$$

1 : 2.73 : 2.94 / 0.57



II. Cantidad de materiales para un metro cubico

Cemento	: 322kg.
A. F.	: 880 kg. Húmedo.
A. G.	: 946 kg. Húmedo.
Agua	: 182 lit.
Cemento	: Almacenado por 45 días en bolsas deterioradas.

4.2.3 *Análisis del diseño de concreto, con cementos almacenados en diferentes condiciones*

- El hormigón es un material heterogéneo compuesto principalmente de cemento, áridos, agua y aditivos, con presencia ocasional de aire incorporado.
- El acto de elegir componentes óptimos y determinar la combinación más eficiente y lucrativa de ellos para crear un producto que sea aceptable para su uso en la fabricación de concreto, en el menor tiempo posible, se conoce como diseño de producto. La mezcla, conocida como relación de proporción de los elementos que componen una unidad cúbica de hormigón, tiene como objetivo crear un material que muestre el comportamiento deseado después del endurecimiento, sin dejar de ser suficientemente trabajable y consistente antes del endurecimiento.
- En el trabajo desarrollado, se diseñó un concreto de 210Kg/cm², con el cemento almacenado en diferentes condiciones, incluyendo

cemento fresco, cemento durante 30 días, cemento almacenado durante 45 días, y cemento almacenado durante 45 días en sacos deteriorados; estos hormigones permitirán en última instancia establecer su resistencia desarrollada a los 28 días y evaluar las diferencias de resistencia, con el fin de conocer la importancia de asumir un adecuado almacenamiento, aspecto que a menudo se pasa por alto en la industria del concreto.

- El cemento se ve generalmente afectado por la humedad del ambiente y puede provocar un fraguado previo, con la consiguiente disminución final de su resistencia, por lo que el tiempo de almacenamiento es la variable más relevante de la investigación.

Figura 7

Briquetas de concreto elaboradas con cemento fresco para el control de su resistencia.



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 8

Elaboración de briquetas de concreto de 210 Kg/cm² con cemento almacenado por 30 días.



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 9

Preparación de briquetas de concreto 210 Kg/cm² para el proceso de curado.



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 10

Colocación de briquetas de concreto para la verificación de su resistencia.



Nota: Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 11

Características del procedimiento del curado del concreto en briquetas.



Nota: Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

4.3 RESISTENCIAS DESARROLLADAS EN CONCRETOS 210 KG/CM², CON CEMENTOS ALMACENADOS EN DIFERENTES CONDICIONES.

- Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento fresco.
- Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 30 días.
- Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 45 días.
- Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas.

4.3.1 Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento fresco.

Las resistencias se controlaron a los 7,14,21 y 28 días

1. Resistencia a los 7 días.

Tabla 7

Resistencias a los 7 días.

N°	Muestra	C° - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	14.95	175.54	153.64	7	73.16
2	Briqueta 2	210	14.98	176.24	149.29	7	71.09
3	Briqueta 3	210	14.96	175.77	147.29	7	70.14
PROMEDIO		210	14.96	175.85	150.07	7	71.46

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.



2. Resistencia a los 14 días.

Tabla 8

Resistencias a los 14 días.

N°	Muestra	C ^o - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	15.06	178.13	186.10	14	88.62
2	Briqueta 2	210	15.03	177.42	185.27	14	88.22
3	Briqueta 3	210	15.05	177.89	186.07	14	88.60
PROMEDIO		210	15.05	177.81	185.81	14	88.48

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

3. Resistencia a los 21 días.

Tabla 9

Resistencias a los 21 días.

N°	Muestra	C ^o - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	15.06	178.13	193.51	21	92.15
2	Briqueta 2	210	15.03	177.42	196.43	21	93.54
3	Briqueta 3	210	15.05	177.89	190.12	21	90.53
PROMEDIO		210	15.05	177.81	193.35	21	92.07

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

4. Resistencia a los 28 días.

Tabla 10

Resistencias a los 28 días.

N°	Muestra	C° - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	15.03	177.42	204.04	28	97.16
2	Briqueta 2	210	15.00	176.71	209.61	28	99.81
3	Briqueta 3	210	15.03	177.42	209.39	28	99.71
PROMEDIO		210	15.02	177.18	207.68	28	98.90

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

5. Resumen de resistencias del concreto 210 Kg/cm², con cemento fresco.

Tabla 11

Resistencias promedio del concreto 210 Kg/cm² - cemento fresco.

N°	Concreto	Resist – dis. (Kg/cm ²)	Edad (Días)	Resist. – Verif. (Kg/cm ²)	Rendim. (%)
1	C° - cement- fres	210	7	150.07	71.46
2	C° - cement- fres	210	14	185.81	88.48
3	C° - cement- fres	210	21	193.35	92.07
4	C° - cement- fres	210	28	207.68	98.90

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

4.3.1 Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 30 días.

1. Resistencia a los 7 días

Tabla 12

Resistencias a los 7 días.

N°	Muestra	C° - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	14.97	176.01	146.07	7	69.56
2	Briqueta 2	210	15.01	176.95	143.03	7	68.11
3	Briqueta 3	210	14.98	176.24	147.92	7	70.44
PROMEDIO		210	14.99	176.4	145.67	7	69.37

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/230.

2. Resistencia a los 14 días.

Tabla 13

Resistencias a los 14 días.

N°	Muestra	C° - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	15.02	177.19	175.12	14	83.39
2	Briqueta 2	210	14.98	176.24	176.58	14	84.09
3	Briqueta 3	210	14.98	176.24	173.97	14	82.84
PROMEDIO		210	14.99	176.56	175.22	14	83.44

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

3. Resistencias a los 21 días.

Tabla 14

Resistencias a los 21 días.

N°	Muestra	C ^o - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	14.97	176.01	186.64	21	88.88
2	Briqueta 2	210	14.95	175.54	190.38	21	90.66
3	Briqueta 3	210	15.01	176.95	184.12	21	87.68
PROMEDIO		210	14.98	176.17	201.20	210	89.07

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

4. Resistencia a los 28 días.

Tabla 15

Resistencias a los 28 días.

N°	Muestra	C ^o - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	14.96	175.77	204.47	28	97.37
2	Briqueta 2	210	14.98	176.24	200.81	28	95.62
3	Briqueta 3	210	14.96	175.77	198.33	28	94.44
PROMEDIO		210	14.97	175.93	201.20	28	95.81

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

5. Resumen de resistencias del concreto 210 Kg/cm², con cemento almacenado por 30 días.

Tabla 16

Resistencias promedio del concreto 210 Kg/cm² - cemento almacenado 30 días.

N°	Concreto	Resist – dis. (Kg/cm ²)	Edad (Días)	Resist. – Verif. (Kg/cm ²)	Rendim. (%)
1	C° - cement- Almac 30 días	210	7	145.67	69.37
2	C° - cement- Almac 30 días	210	14	175.22	83.44
3	C° - cement- Almac 30 días	210	21	201.20	89.07
4	C° - cement- Almac 30 días	210	28	201.20	95.81

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23

4.3.2 Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 45 días.

1. Resistencia a los 7 días.

Tabla 17

Resistencias a los 7 días.

N°	Muestra	C° - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	15.00	176.71	141.08	7	67.18
2	Briqueta 2	210	14.97	176.01	142.66	7	67.93
3	Briqueta 3	210	14.95	175.54	136.83	7	65.16
PROMEDIO		210	14.97	176.09	140.19	7	66.76

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

2. Resistencia a los 14 días.

Tabla 18

Resistencias a los 14 días.

N°	Muestra	C ^o - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm2)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	14.98	176.24	170.62	14	81.25
2	Briqueta 2	210	14.96	175.77	169.99	14	80.95
3	Briqueta 3	210	14.98	176.24	171.81	14	81.81
PROMEDIO		210	14.97	176.08	170.81	14	81.34

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

3. Resistencia a los 21 días.

Tabla 19

Resistencias a los 21 días.

N°	Muestra	C ^o - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm2)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	15.02	177.19	177.44	21	84.50
2	Briqueta 2	210	14.98	176.24	186.00	21	88.57
3	Briqueta 3	210	15.03	177.42	183.12	21	87.20
PROMEDIO		210	15.01	176.95	182.19	21	86.76

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

4. Resistencia a los 28 días.

Tabla 20

Resistencias a los 28 días.

N°	Muestra	C° - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	15.01	176.95	196.38	28	93.51
2	Briqueta 2	210	15.01	176.95	200.28	28	95.37
3	Briqueta 3	210	14.99	176.48	197.64	28	94.11
PROMEDIO		210	15	176.79	198.10	28	94.33

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

Resumen de resistencias del concreto 210 Kg/cm², con cemento almacenado por 45 días.

Tabla 21

Resistencias promedio del concreto 210 Kg/cm² - cemento almacenado 45 días

N°	Concreto	Resist – dis. (Kg/cm ²)	Edad (Días)	Resist. – Verif. (Kg/cm ²)	Rendim. (%)
1	C° - cement- Almac – 45 días	210	7	140.19	66.76
2	C° - cement- Almac – 45 días	210	14	170.81	81.34
3	C° - cement- Almac – 45 días	210	21	182.19	86.76
4	C° - cement- Almac – 45 días	210	28	198.10	94.33

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

4.3.3 Resistencia del concreto 210 kg/cm², con cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas.

1. Resistencia a los 7 días.

Tabla 22

Resistencias a los 7 días.

N°	Muestra	C ^o - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	14.95	175.54	134.16	7	63.89
2	Briqueta 2	210	14.97	176.01	136.87	7	65.18
3	Briqueta 3	210	14.97	176.01	134.14	7	63.88
PROMEDIO		210	14.96	175.85	135.06	7	64.31

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

2. Resistencia a los 14 días.

Tabla 23

Resistencias a los 14 días.

N°	Muestra	C ^o - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	14.98	176.24	161.71	14	77.00
2	Briqueta 2	210	14.96	175.77	160.32	14	76.34
3	Briqueta 3	210	14.95	175.54	167.37	14	79.70
PROMEDIO		210	14.96	175.85	163.13	14	77.68

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/2

3. Resistencia a los 21 días.

Tabla 24

Resistencias a los 21 días.

N°	Muestra	C ^o - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	14.96	175.77	172.38	21	82.09
2	Briqueta 2	210	15.01	176.95	176.38	21	83.99
3	Briqueta 3	210	14.98	176.24	176.41	21	84.00
PROMEDIO		210	14.98	176.32	175.06	21	83.36

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

4. Resistencia a los 28 días.

Tabla 25

Resistencias a los 28 días.

N°	Muestra	C ^o - dis (Kg/Cm ²)	Ø (Cm)	Área (Cm ²)	Esf. - Rot (Kg/Cm ²)	Edad (Días)	Rendim. (%)
1	Briqueta 1	210	14.97	176.01	177.89	28	84.71
2	Briqueta 2	210	15.02	177.19	180.77	28	86.08
3	Briqueta 3	210	14.96	175.77	177.85	28	84.69
PROMEDIO		210	14.98	176.32	178.84	28	85.16

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23

Resumen de resistencias del concreto 210 Kg/cm², con cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas.

Tabla 26

Resistencias promedio del concreto 210 Kg/cm² - cemento almacenado 45 días en bolsas deterioradas.

N°	Concreto	Resist – dis. (Kg/cm ²)	Edad (Días)	Resist. – Verif. (Kg/cm ²)	Rendim. (%)
1	C° - cement- Almac – 45 días bols deter	210	7	135.06	64.31
2	C° - cement- Almac – 45 días bols deter	210	14	163.13	77.68
3	C° - cement- Almac – 45 días bols deter	210	21	175.06	83.36
4	C° - cement- Almac – 45 días bols deter	210	28	178.84	85.16

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

4.3.4 Resumen de resistencias del concreto 210 Kg/cm², con cementos de diferentes tipos de almacenamiento

Se considera resistencias alcanzadas a los 28 días, con cementos de diferentes tipos de almacenamiento.

Tabla 27

Resumen de resistencias desarrolladas del concreto 210 Kg/cm², cementos con diferentes tipos de almacenamiento.

N°	Tipo cemento	C° - dis (Kg/Cm ²)	Edad (días)	C° - verificado (Kg/cm ²)	Rendim. (%)
1	C° con cemento fresco	210	28	207.68	100
2	C° con cemento 30 días Almac.	210	28	201.20	97
3	C° con cemento 45 días Almac.	210	28	198.10	95
4	C° con cemento 45 días Almac - bols deter.	210	28	178.84	86

Nota. Propios del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – 17/08/23.

Figura 12

Utilización del equipo de compresión para la verificación de la resistencia del concreto en briquetas.



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 13

Utilización del equipo de compresión para la verificación de la resistencia del concreto en briquetas



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023

Figura 14

Procedimiento de preparación de briquetas de concreto para elaboración de briquetas



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 15

Características finales de rotura de briquetas para determinar su resistencia.



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 16

Procedimiento de preparación de briquetas para verificación de su resistencia.



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 17

Procedimiento del curado del concreto en briquetas.



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

Figura 18

Procedimiento de cálculo de la resistencia del concreto elaborado



Nota. Propias del proyecto – laboratorio EPIC – UANCV – octubre 2023.

4.3.5 Resultados y análisis de las resistencias de concretos con cementos almacenados en condiciones diferentes

4.3.5.1 Análisis de las resistencias alcanzadas en diferentes condiciones de almacenamiento del cemento.

Las resistencias desarrolladas, en cada condición de almacenamiento es la siguiente.

- El hormigón, que se construyó con cemento fresco y tiene una densidad de 210 kg/cm^3 , mostró una resistencia de $207,68 \text{ kg/cm}^2$. Se considerará que este nivel de fuerza alcanza el 100% de rendimiento.
- El hormigón, con una densidad de 210 kg/cm^3 , se produjo



utilizando cemento mantenido en condiciones estándar durante 30 días. Ha alcanzado una resistencia de 201,20 kg/cm², lo que indica un nivel de rendimiento del 97%. Esto significa que su resistencia se ha reducido en un 3%, lo que puede atribuirse a la duración del almacenamiento.

- El hormigón, con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm², se produjo utilizando cemento mantenido en condiciones estándar durante 45 días. Ha conseguido una resistencia de 198,10 Kg/cm², lo que indica un rendimiento del 95%. Esto implica una pérdida de fuerza del 5% con el tiempo. Almacenamiento.
- La resistencia a la compresión del hormigón, creado con cemento mantenido en sacos dañados durante 45 días, ha disminuido un 14%, pasando de una resistencia inicial de 210 kg/cm² a una resistencia final de 178,84 kg/cm². Esto representa un rendimiento del 96%.

4.3.5.2 La hidratación del cemento en la producción del concreto

Cuando el cemento se combina con agua, se produce una reacción química y la sustancia comienza a producir enlaces o estructuras cristalinas, transformándose en un material aglutinante. Este proceso se conoce como hidratación. C3S, C2S, C3A y varios silicatos y aluminatos son los principales componentes del cemento, entre otros ingredientes, Todos ellos reaccionan de forma diferente con el agua, lo cual es una ventaja a la hora de fabricar concreto, ya que el agua afecta al endurecimiento y fraguado del concreto desde el principio del proceso, cuando ambos se combinan; sin embargo,



puede ser un inconveniente si el cemento se ha prehidratado debido a unas malas condiciones de almacenamiento antes de su utilización.

4.3.5.3 El fraguado del concreto.

El curado del hormigón es la reacción química entre el cemento y el agua en la mezcla que da como resultado la formación de una estructura sólida y duradera. La solidificación del cemento se produce como resultado de la formación de una red cristalina cuando los distintos componentes de la mezcla se unen. Este fenómeno se produce durante todo el proceso de producción del hormigón, más que cuando el cemento se conserva de forma inadecuada.

4.3.5.4 Recomendaciones para el apropiado almacenamiento del cemento en la producción del concreto

- El cemento es una sustancia química que sufre una rápida reacción química en contacto con el agua.
- El compuesto silicato tricálcico (C3S) tiene una rápida tasa de hidratación, lo que resulta en la solidificación del cemento.
- El cemento antes de su empleo debe tener una conservación perfecta de protección de la humedad
- Siempre que se mantenga seco, el cemento puede almacenarse eternamente sin perder nada de su calidad original. El cemento se deteriora en las instalaciones de dosificación, en las obras y durante los viajes largos.
- Las bolsas de cemento en el periodo de almacenamiento no



deben estar deterioradas, deberá de almacenarse en un local techado, fresco, apilado de manera conjunta, los pisos deben de ser de madera que aislé la humedad del suelo.

- El almacenamiento no debe ser en vertical mayor a 10 bolsas, los cemento a granel deben estar en bolsas selladas, en tiempo de almacenamiento no debe ser mayor de 30 días.
- La aparición de grumos en el cemento indica un proceso llamado hidratación parcial, que es causado por la interacción con la humedad.
- Almacenar el cemento en bolsas que garantice la impermeabilidad y protección adecuada.
- El cemento a granel se mantiene en silos cerrados bajo cuidadosa supervisión.
- El cemento en los almacenes debe tener la ventilación apropiada.
- El embarque de bolsas de cemento debe ser adecuadas, que garantice su protección.
- El tiempo de almacenamiento es variable; basado en la protección de humedad y adecuada ventilación.
- Emplear el cemento, tomando en cuenta la llegada al almacenamiento.
- Muchas variables, como la composición química del cemento y la temperatura de almacenamiento, influyen en la probabilidad de



que se pre - hidrate.

- Pre - hidratar el cemento o almacenarlo mal puede reducir su resistencia, por lo que nunca debe hacerse.



CONCLUSIONES

Primera.- La producción de cemento depende de su composición química, que inicia reacciones químicas cuando se expone a la humedad, lo que resulta en el desarrollo de resistencia en el concreto. Esto se debe a la reacción de los silicatos tricálcicos con la humedad. En consecuencia, es crucial priorizar el almacenamiento del cemento y asegurar una protección efectiva contra la humedad ambiental. Esto se puede lograr mediante una gestión adecuada durante todo el proceso, incluyendo la compra, transporte, almacenamiento y distribución de cemento para la producción de concreto. Evite la solidificación prematura del cemento durante este proceso, ya que sin duda resultará en una reducción de la resistencia última del hormigón.

Segunda.- El concreto se formula para ser resistente, siguiendo la metodología trazada en el Comité 211 del ACI. El estudio implicó examinar los efectos de diferentes condiciones de almacenamiento sobre el rendimiento del cemento. Estas condiciones incluyeron cemento fresco, cemento almacenado por 30 días, cemento almacenado por 45 días y cemento almacenado por 45 días en bolsas deterioradas. Al monitorear la resistencia del cemento a los 7, 14, 21 y 28 días, pudimos analizar las variaciones de su resistencia en el tiempo.

Tercera.- La resistencia del hormigón con cementos almacenados es la siguiente: el hormigón con cemento fresco tiene una resistencia de 207,68Kg/cm², consiguiendo un rendimiento del 100%. Después de almacenar el cemento durante 30 días, la resistencia disminuye a 201,20 kg/cm², lo que da como resultado un rendimiento del 97 %. Almacenar el cemento durante 45



días reduce aún más la resistencia a 198,10 kg/cm², con un rendimiento del 95%. Por último, cuando el cemento se almacena durante 45 días en sacos deteriorados, la resistencia baja a 178,84Kg/cm², lo que resulta en un rendimiento del 86%. Los hallazgos indican que el cemento utilizado en la fabricación de hormigón con un mantenimiento inadecuado provoca un fraguado prematuro, lo que resulta en una reducción de la resistencia última del hormigón.



RECOMENDACIONES.

Primera. - La adquisición y almacenamiento del cemento para la producción del concreto, debe estar adecuadamente establecido por los responsables de las obras; los mecanismos de protección de la humedad del ambiente en el almacenamiento, de preferencia en épocas de lluvia debe ser exigido con rigurosidad a los responsables; para un mayor conocimiento de esta preocupación, este problema no abordado con responsabilidad debe generar otros trabajos de investigación con la difusión correspondiente.

Segundo. - El diseño de concreto con resistencias específicas debe someterse a controles de calidad de los componentes del concreto como cemento, agregados y agua. Esta tarea deberá ser realizada conjuntamente por la empresa ejecutora y el órgano de control.

Tercera. - La ejecución de cada obra que requiera de la producción del concreto, el cronograma de adquisición, transporte y almacenamiento debe ser adecuadamente analizado y establecido; en todo ello la adecuada protección a la humedad del ambiente al cemento.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Benavente (2018) *Aplicación de diferentes cementos en las propiedades del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno 2021*, Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú, <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65833>.

Calavera, J. (2017) *Patologías de Estructuras de Concreto Armado*. INTEMAC – España. <http://intemac.es/wp-content/uploads/JCR-COMPLETO.pdf>

Cana y Quispe (2018) *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto aplicando Cemento Portland Tipo Ip almacenado en condiciones no favorables durante los meses más húmedos en la ciudad de Arequipa*, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Perú, <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/7893b963-d7d6-4aaa-9ca6-c24d40e0d99d>.

Carbajal (1998) *Tópicos de Tecnología del Concreto* (pp. 129). Lima, Perú: Editorial Limusa.

Carvalho, (2019) *Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento*, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona – España, <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5903/TESIS.pdf?sequence=1>.

Roncalla (2017). *Influencia del Mód. de finura de la combinación de agregados en el Mód. de elasticidad del concreto reoplástico*. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú.



García (2006). *Evaluación de Calidad de los agregados en el Departamento de Huehuetenango para su utilización en la producción de concreto*. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 63 pp.

Mamani y Chambi (2020) *Influencia del calor de hidratación en concreto a bajas temperaturas, dosificado con cemento comercializados en la ciudad de Juliaca*, Universidad Peruana Unión, Juliaca – Perú, <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3369>.

Ortiz, (2018) *Análisis y descripción de la producción de concretos en obra de cinco proyectos de vivienda en Colombia*, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá – Colombia, <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/6340?locale-attribute=en>.

Pérez, (2017) *Evaluación de la incidencia de la temperatura y humedad relativa, en el comportamiento del concreto durante su mezclado y curado (siete días) utilizando dos tipos de cementos*, Universidad de San Carlos de Guatemala, http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2788_C.pdf.

Rivva, L. P. (2000) *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima, Perú. Edición Capitulo Peruano A.C.I.

Rivva, López, E. (2018) *Concreto - Ataques al Concreto*. 2da, Edición. Editorial ICG. Perú. <https://civilarq.com/libro/ataques-al-concreto-enrique-rivva-lopez/>.



Román y Pillpinto (2016). *“análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210kg/cm², elaborado con agregado concreto y agregado clasificado, en el distrito de Maranura- La Convención - Cusco”*. Universidad Andina del Cusco. Cusco – Perú.

Sánchez, D. (2017) *Durabilidad y Patologías del Concreto*. Editorial ASOCRETO, Perú. <https://www.buscalibre.pe/libro-durabilidad-y-patologia-del-concreto-diego-sanchez-de-guzman-asocreto/9789589670972/p/37703069>.



ANEXOS



Matriz de Consistencia

Tema : **Influencia de las condiciones de almacenamiento del cemento a la resistencia del concreto producido en la ciudad de Juliaca – Región Puno.**

Ejecutor : **Isidro Javier Sucari Yerba**

Fecha : **Marzo, 2023.**

LÍNEA DE LA INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Problema	Objetivos	Variables	Indicadores	Índices	Instrumentos de Medición
<p>Problema general. ¿Cómo influye las condiciones de almacenamiento del cemento a la resistencia del concreto producido en la ciudad de Juliaca – Región Puno?</p>	<p>Objetivo general. Determinar la influencia de las condiciones de almacenamiento del cemento a la resistencia del concreto producido en la ciudad de Juliaca – Región Puno.</p>	<p>Variable de calibración:</p>	<ul style="list-style-type: none"> Influencia de la humedad del medio ambiente en las propiedades del cemento para la producción del concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> En las propiedades físicas, en las propiedades químicas, en la Hidratación y en la resistencia del concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> Ensayos de laboratorio, evaluación de resultados.
<p>Problemas específicos.</p> <p>1. ¿En qué medida influye la humedad del medio ambiente en las propiedades del cemento para la producción del concreto?</p> <p>2. ¿Cómo son las características del diseño de un concreto de 210 kg/cm² de resistencia, para la producción de concretos con cementos almacenados en diferentes condiciones de ejecución de obras en la ciudad de Juliaca?</p> <p>3. ¿En qué medida influye en las resistencias desarrolladas, los cementos almacenados en diferentes condiciones de ejecución de obras en la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Objetivos específicos.</p> <p>1. Explicar la influencia de la humedad del medio ambiente en las propiedades del cemento para la producción del concreto.</p> <p>2. Efectuar el diseño de un concreto de 210 kg/cm² de resistencia, para la producción de concretos con cementos almacenados en diferentes condiciones de ejecución de obras en la ciudad de Juliaca.</p> <p>3. Evaluar las resistencias desarrolladas con cementos almacenados en diferentes condiciones de ejecución de obras en la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Producción del concreto con cemento almacenado en diferentes condiciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de un concreto de 210 kg/cm² de resistencia, para la producción de concretos con cementos almacenados en diferentes condiciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciones en peso, con cemento fresco, cemento almacenado 15 días, cemento almacenado 30 días, cemento almacenado 45 días, cemento en bolsas rotas por 45 días. 	<ul style="list-style-type: none"> Método del Comité 211 del ACI.
		<p>Variable evaluativa:</p>	<p>Evaluación del desarrollo de resistencias del concreto con cementos almacenados en diferentes condiciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de las resistencias del concreto en diferentes condiciones de almacenamiento del cemento. Evaluación del desarrollo de las resistencias; en diferentes condiciones de almacenamiento de cemento. 	<ul style="list-style-type: none"> Control de resistencias a los 7, 14, 21, 28 días con cementos almacenados en diferentes condiciones. Análisis comparativo de resistencias. 	<ul style="list-style-type: none"> Resultados del desarrollo de resistencias con cementos almacenados en diferentes condiciones. Cuantificación de resultados.



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

CANTERA : RIO CABANILLAS

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS

FECHA : 20 DE JULIO DEL 2023

MUESTRA : ARENA	
N° DE TARRO	A
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	351.59
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	340.37
PESO DEL TARRO (gr.)	38.70
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	312.89
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	301.67
PESO DEL AGUA (gr.)	11.22
% HUMEDAD	3.72

MUESTRA : GRAVA	
N° DE TARRO	B
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	270.00
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	261.82
PESO DEL TARRO (gr.)	37.70
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	232.30
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	224.12
PESO DEL AGUA (gr.)	8.18
% HUMEDAD	3.65

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. José Antonio Paredes Vera
CIP 62794



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

CANTERA : RIO CABANILLAS

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS

FECHA : 20 DE JULIO DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7965 gr	7965 gr	7965 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12521.00 gr	12479.00 gr	12472.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4556.00 gr	4514.00 gr	4507.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.402 gr/cm ³	1.389 gr/cm ³	1.387 gr/cm ³
PROMEDIO	1.393 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7965 gr	7965 gr	7965 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12905.00 gr	12900.00 gr	12925.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4940.00 gr	4935.00 gr	4960.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.520 gr/cm ³	1.519 gr/cm ³	1.526 gr/cm ³
PROMEDIO	1.522 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. José Antonio Paredes Vera
CIP 62764



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

CANTERA : RIO CABANILLAS

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS

FECHA : 20 DE JULIO DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5935 gr	5935 gr	5935 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9435.00 gr	9400.00 gr	9435.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3500.00 gr	3465.00 gr	3500.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.667 gr/cm ³	1.650 gr/cm ³	1.667 gr/cm ³
PROMEDIO	1.662 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5935 gr	5935 gr	5935 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9595.00 gr	9605.00 gr	9590.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3660.00 gr	3670.00 gr	3655.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.743 gr/cm ³	1.748 gr/cm ³	1.741 gr/cm ³
PROMEDIO	1.744 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICP
CÁP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. José Antonio Paredes Vera
CIP 82784



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



TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

CANTERA : RIO CABANILLAS

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS

FECHA : 20 DE JULIO DEL 2023

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al homo <u>485.88</u>
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	112.90	22.58	22.58	77.42	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1308.21</u>
N° 16	102.08	20.42	43.00	57.00	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1612.28</u>
N° 30	93.12	18.62	61.62	38.38	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	109.68	21.94	83.56	16.44	Wc+B =	<u>1808</u> Wc+B-W = <u>196</u>
N° 100	58.79	11.76	95.31	4.69	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500.00}{1612.28 - 500.00} = \underline{2.55} \text{ gr/cm}^3$
N° 200	18.34	3.67	98.98	1.02	ABSORCIÓN	
FONDO	5.09	1.02	100.00	0.00	B =	<u>500.00</u> B-A = <u>14.12</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{14.12 \times 100}{500.00} = \underline{2.91} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MÓDULO DE FINEZA			3.06			

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al homo <u>785.16</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	47	1.34	1.34	98.66	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1308.21</u>
3/4"	261	7.46	8.80	91.20	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1796.38</u>
1/2"	960	27.43	36.23	63.77	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	1314	37.54	73.77	26.23	Wc+B =	<u>2108</u> Wc+B-W = <u>312</u>
1/4"					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800.00}{1796.38 - 800.00} = \underline{2.57} \text{ gr/cm}^3$
N° 4	918	26.23	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>14.84</u>
SUMA	3500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{14.84 \times 100}{800.00} = \underline{1.89} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

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



UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. José Antonio Paredes Vera
 CIP 62794



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

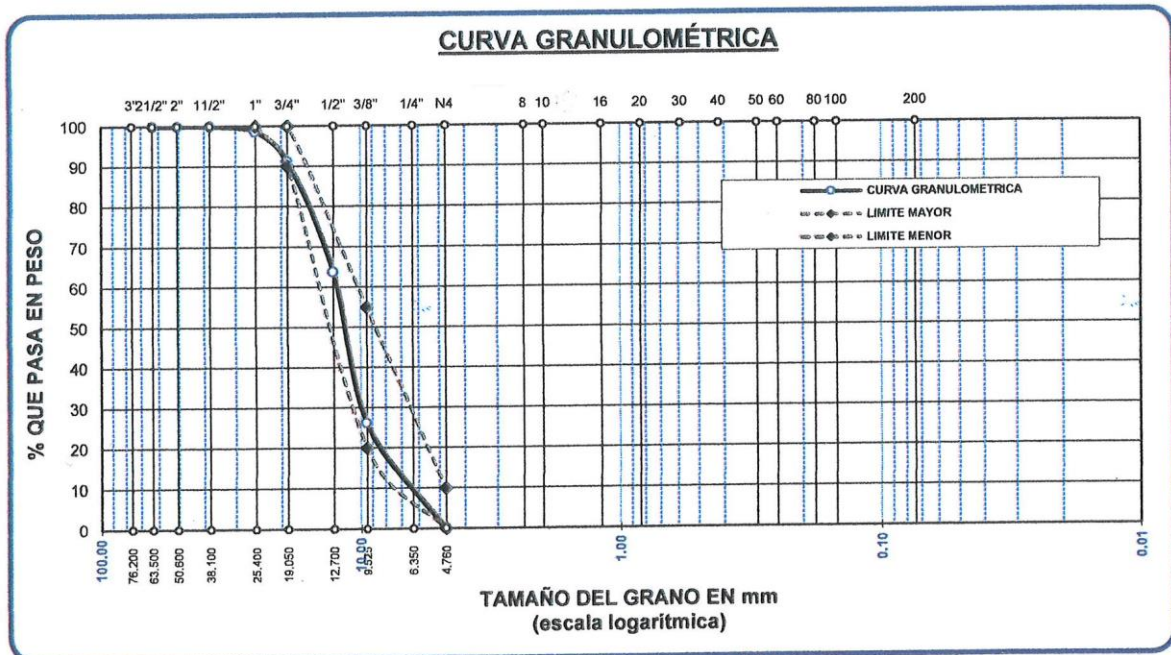
SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

CANTERA : RIO CABANILLAS

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS

FECHA : 20 DE JULIO DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4 " OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	20 - 55 %	
1"	25.400	47.00	1.34	1.34	98.66	0 - 10 %	
3/4"	19.050	261.00	7.46	8.80	91.20		
1/2"	12.700	960.00	27.43	36.23	63.77		
3/8"	9.525	1314.00	37.54	73.77	26.23		
1/4"	6.350						
No4	4.760	918.00	26.23	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. José Antonio Paredes Vera
CIP 62794



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

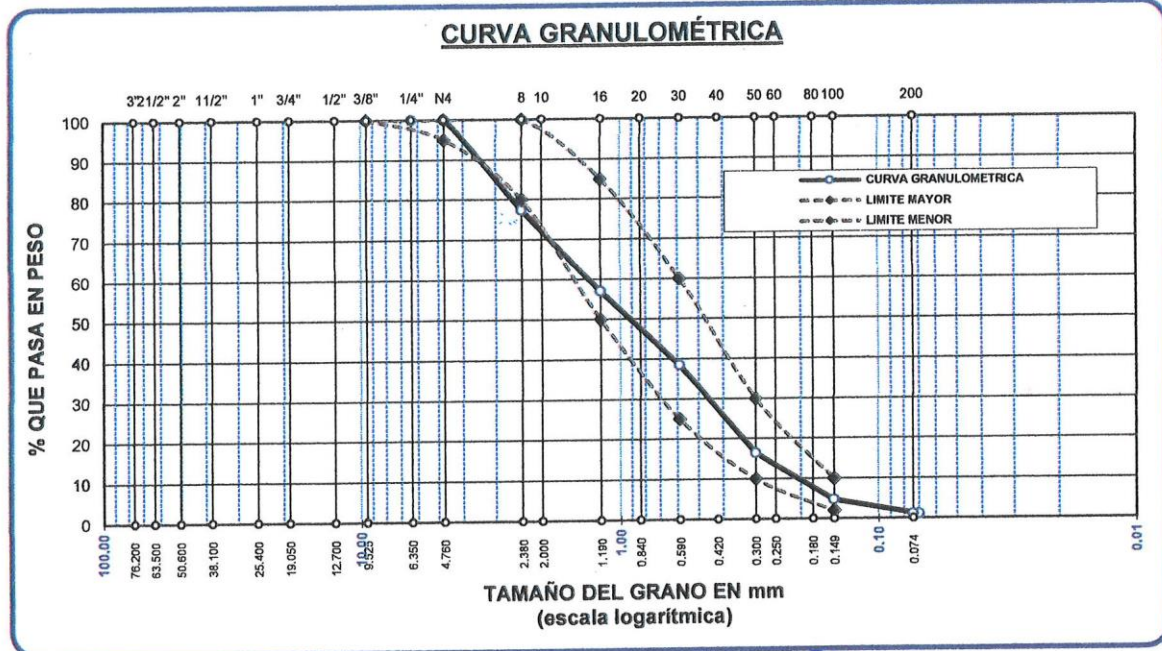
CANtera : RIO CABANILLAS

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS

FECHA : 20 DE JULIO DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 3.06
No8	2.380	112.90	22.58	22.58	77.42		
No10	2.000						
No16	1.190	102.08	20.42	43.00	57.00	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	93.12	18.62	61.62	38.38	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	109.68	21.94	83.56	16.44	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	58.79	11.76	95.31	4.69	2-10%	
No200	0.074	18.34	3.67	98.98	1.02		
BASE		5.09	1.02	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.02					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. José Antonio Pérez Vera
CIF 62794



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



RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ÁNGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

MUESTRA : AGREGADO NATURAL

CANTERA : RIO CABANILLAS

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS

FECHA : 18 DE JULIO DEL 2023

TIPO DE AGREGADO: FINO: GRUESO: OTROS:

MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:

NUMERO DE REVOLUCIONES: 500 1000

CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA: $W_i = 5000$ gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12: $W_f = 3518$ gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12: $= 1482$ gr.

PORCENTAJE DE PÉRDIDA: $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$

$De = 29.64$ %

OBSERVACIONES:

- * GRADACIÓN : "A", 1 1/2" - 1" = 1250 gr. , 1" - 3/4" = 1250 gr. , 3/4" - 1/2" = 1250 gr. , 1/2" - 3/8" = 1250 gr.
- * TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : 70.36 % Y PÉRDIDA DE : 29.64 %
- * NORMA AASTHO (DESIGNACIÓN) T - 26, ASTM -C-131

UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL

[Signature]
 Mgr. José Antonio Paredes Vera
 CIP 62794

LABORATORIO
 M.B.C.A.
 JEFATURA
 UANCV - JULIACA



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



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

TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

CANTERA : RIO CABANILLAS

UBICACIÓN : DISTRITO DE CABANILLAS

FECHA : 20 DE JULIO DEL 2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

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

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

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

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.57	2.55
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1523	1712
P.U. Suelto	1394	1631
% de Absorción	1.89	2.91
% de Humedad Natural	3.65	3.72
Modulo de Fineza	-	3.06

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nomin: **3/4"** (19.05mm)
- 3, Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205 Lt/m3**
- 4, Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.558**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m3 }) / (0.558) = 367 \text{ Kg/m3}$$



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. José Antonio Paredes Vara
CIP 62786



- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.06 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1523 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.594 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.5939) * (1523) = 905 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

Volúmen absoluto de agua	= (205) / (1000)	= 0.205
Volúmen absoluto de cemento	= (367) / (2.88 * 1000)	= 0.128
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (905) / (2.57 * 1000)	= 0.353
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	<u>0.705</u>

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.705) = 0.295 m³

$$(0.295) * (2.55) * 1000 = 752 \text{ Kg/m}^3$$

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

Agregado grueso húmedo (905) * (1.036498) = 938 Kg.
 Agregado Fino húmedo (752) * (1.0372) = 780 Kg.

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

$$205 - 905 * \left(\frac{3.65 - 1.89}{100} \right) - 752 \left(\frac{3.72 - 2.91}{100} \right) = 183$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	367	1.00	367	1.00
Agua	205	0.558	183	0.50
Agreg. Grueso	905	2.46	938	2.55
Agreg. Fino	752	2.05	780	2.12
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.64 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	90.25 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	108.49 Kg.
Agua efectiva	:	21.17 Kg.



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. José Antonio Peredes Vera
CIP 62784



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 1.96 p3 de Arena	2.0 p3 de Arena
- 2.75 p3 de Grava	2.7 p3 de Grava
- 21 Lt de Agua	21 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.
* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

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



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

Mgr. José Antonio Peredes Vera
CIP 62784



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO
PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL CON CEMENTO ALMACENADO 30 DÍAS

f'c : 210 kg/cm²

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO

FECHA : 17 DE AGOSTO DEL 2023

EDAD : 7 DÍAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 30 DÍAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm	25710.00	14.97	176.01	146.07	210	20/07/2023	27/07/2023	7	69.56%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	25310.00	15.01	176.95	143.03	210	20/07/2023	27/07/2023	7	68.11%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm	26070.00	14.98	176.24	147.92	210	20/07/2023	27/07/2023	7	70.44%
	M-3									
Promedio					145.68	kg/cm ²	PROMEDIO			69.37%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 30 DÍAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	31030.00	15.02	177.19	175.12	210	20/07/2023	03/08/2023	14	83.39%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm	31120.00	14.98	176.24	176.58	210	20/07/2023	03/08/2023	14	84.08%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm	30660.00	14.98	176.24	173.97	210	20/07/2023	03/08/2023	14	82.84%
	M-3									
Promedio					175.22	kg/cm ²	PROMEDIO			83.44%

EDAD : 21 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 30 DÍAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm	32850.00	14.97	176.01	186.64	210	20/07/2023	10/08/2023	21	88.87%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm	33420.00	14.95	175.54	190.38	210	20/07/2023	10/08/2023	21	90.66%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	32580.00	15.01	176.95	184.12	210	20/07/2023	10/08/2023	21	87.68%
	M-3									
Promedio					187.05	kg/cm ²	PROMEDIO			89.07%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 30 DÍAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm	35940.00	14.96	175.77	204.47	210	20/07/2023	17/08/2023	28	97.37%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm	35390.00	14.98	176.24	200.81	210	20/07/2023	17/08/2023	28	95.62%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm	34860.00	14.96	175.77	198.33	210	20/07/2023	17/08/2023	28	94.44%
	M-3									
Promedio					201.20	kg/cm ²	PROMEDIO			95.81%

OBSERVACIONES:

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



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. José Antonio Paredes Vera
GIP 62784



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO
PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL CON CEMENTO ALMACENADO 45 DÍAS

f'c : 210 kg/cm²

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO

FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2023

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 45 DÍAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm M-1	24930.00	15.00	176.71	141.08	210	21/07/2023	28/07/2023	7	67.18%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm M-2	25110.00	14.97	176.01	142.66	210	21/07/2023	28/07/2023	7	67.93%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm M-3	24020.00	14.95	175.54	136.83	210	21/07/2023	28/07/2023	7	65.16%
Promedio						140.19	kg/cm ²	PROMEDIO		66.76%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 45 DÍAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-1	30070.00	14.98	176.24	170.62	210	21/07/2023	04/08/2023	14	81.25%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm M-2	29880.00	14.96	175.77	169.99	210	21/07/2023	04/08/2023	14	80.95%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-3	30280.00	14.98	176.24	171.81	210	21/07/2023	04/08/2023	14	81.81%
Promedio						170.81	kg/cm ²	PROMEDIO		81.34%

EDAD : 21 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 45 DÍAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	31440.00	15.02	177.19	177.44	210	21/07/2023	11/08/2023	21	84.49%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-2	32780.00	14.98	176.24	186.00	210	21/07/2023	11/08/2023	21	88.57%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	32490.00	15.03	177.42	183.12	210	21/07/2023	11/08/2023	21	87.20%
Promedio						182.19	kg/cm ²	PROMEDIO		86.76%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 45 DÍAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-1	34750.00	15.01	176.95	196.38	210	21/07/2023	18/08/2023	28	93.52%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	35440.00	15.01	176.95	200.28	210	21/07/2023	18/08/2023	28	95.37%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.99 x 30.0 cm M-3	34880.00	14.99	176.48	197.64	210	21/07/2023	18/08/2023	28	94.12%
Promedio						198.10	kg/cm ²	PROMEDIO		94.33%

OBSERVACIONES:

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



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. José Antonio Paredes Vera
CIP 62794



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO
PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL CON CEMENTO ALMACENADO 45 DÍAS EN BOLSAS DETERIORADAS

f'c : 210 kg/cm²

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO

FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2023

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 45 DÍAS EN BOLSAS DETERIORADAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm M-1	23550.00	14.95	175.54	134.16	210	21/07/2023	28/07/2023	7	63.88%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm M-2	24090.00	14.97	176.01	136.87	210	21/07/2023	28/07/2023	7	65.17%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm M-3	23610.00	14.97	176.01	134.14	210	21/07/2023	28/07/2023	7	63.88%
Promedio					135.05	kg/cm ²	PROMEDIO			64.31%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 45 DÍAS EN BOLSAS DETERIORADAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-1	28500.00	14.98	176.24	161.71	210	21/07/2023	04/08/2023	14	77.01%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm M-2	28180.00	14.96	175.77	160.32	210	21/07/2023	04/08/2023	14	76.34%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm M-3	29380.00	14.95	175.54	167.37	210	21/07/2023	04/08/2023	14	79.70%
Promedio					163.13	kg/cm ²	PROMEDIO			77.68%

EDAD : 21 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 45 DÍAS EN BOLSAS DETERIORADAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm M-1	30300.00	14.96	175.77	172.38	210	21/07/2023	11/08/2023	21	82.09%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	31210.00	15.01	176.95	176.38	210	21/07/2023	11/08/2023	21	83.99%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-3	31090.00	14.98	176.24	176.41	210	21/07/2023	11/08/2023	21	84.00%
Promedio					175.06	kg/cm ²	PROMEDIO			83.36%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO ALMACENADO 45 DÍAS EN BOLSAS DETERIORADAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm M-1	31310.00	14.97	176.01	177.89	210	21/07/2023	18/08/2023	28	84.71%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	32030.00	15.02	177.19	180.77	210	21/07/2023	18/08/2023	28	86.08%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm M-3	31260.00	14.96	175.77	177.85	210	21/07/2023	18/08/2023	28	84.69%
Promedio					178.83	kg/cm ²	PROMEDIO			85.16%

OBSERVACIONES:

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



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. José Antonio Paredes Vera
CIP 62794



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO
PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ISIDRO JAVIER SUCARI YERBA

MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL CON CEMENTO FRESCO

f'c : 210 kg/cm²

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO

FECHA : 17 DE AGOSTO DEL 2023

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO FRESCO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm M-1	26970.00	14.95	175.54	153.64	210	20/07/2023	27/07/2023	7	73.16%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-2	26310.00	14.98	176.24	149.29	210	20/07/2023	27/07/2023	7	71.09%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm M-3	25890.00	14.96	175.77	147.29	210	20/07/2023	27/07/2023	7	70.14%
Promedio					150.07	kg/cm²	PROMEDIO			71.46%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO FRESCO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-1	33150.00	15.06	178.13	186.10	210	20/07/2023	03/08/2023	14	88.62%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	32870.00	15.03	177.42	185.27	210	20/07/2023	03/08/2023	14	88.22%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	33100.00	15.05	177.89	186.07	210	20/07/2023	03/08/2023	14	88.60%
Promedio					185.81	kg/cm²	PROMEDIO			88.48%

EDAD : 21 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO FRESCO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-1	34470.00	15.06	178.13	193.51	210	20/07/2023	10/08/2023	21	92.15%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	34850.00	15.03	177.42	196.43	210	20/07/2023	10/08/2023	21	93.54%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	33820.00	15.05	177.89	190.12	210	20/07/2023	10/08/2023	21	90.53%
Promedio					193.35	kg/cm²	PROMEDIO			92.07%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON CEMENTO FRESCO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-1	36200.00	15.03	177.42	204.04	210	20/07/2023	17/08/2023	28	97.16%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm M-2	37040.00	15.00	176.71	209.61	210	20/07/2023	17/08/2023	28	99.81%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	37150.00	15.03	177.42	209.39	210	20/07/2023	17/08/2023	28	99.71%
Promedio					207.68	kg/cm²	PROMEDIO			98.89%

OBSERVACIONES:

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



UANCV - FICP
CÁP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. José Antonio Paredes Vera
CIP 62784



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 07-08-21

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Isidro Javier Sucari yerba

Dirección: Jr heroes populares N° 215

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 44403734

Teléfono: 944407940 email: JavierSucariyerba15@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingenierías y ciencias puras

Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Civil

Título o Grado Académico a optar: Ingeniero Civil

Asesor: MGR. Arnaldo yana torres

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: Influencia de las condiciones de almacenamiento del cemento en la resistencia mecánica del concreto producido en la ciudad de Juliaca

Palabras claves, (3 a 5 términos): Cemento, almacenamiento, resistencia

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: Tecnología de la Construcción - P17

Firma de Autor



huella digital

07 - Agosto - 2024

Fecha