



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



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA
DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO
DE SAN MIGUEL 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA

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

JULIACA – PERÚ

2024



NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA
DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO
DE SAN MIGUEL 2024**

TESIS PRESENTADA POR:


Bach. ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

:

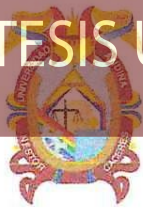


Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 756-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-10078 presentado por el (la) Bachiller: **ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

RESUELVE:

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

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

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 15 de agosto del 2024
- * **HORA** : 9:30 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47799



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
DIRECTOR
CIP. 47799

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 173-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU -3742 presentado por el señor (a) **ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 242 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 026 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 026 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
.....
DR. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. Efraim Parilla Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 037-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-001044, presentado por el señor (a) **ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 0024-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 005-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 005-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. **MILTHON QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790



Dr. **Efraim Castillo Sosa**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo 2024
Interesado (a)



EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Konsorsium Perguruan Tinggi Swasta Indonesia Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
6	1library.co Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%

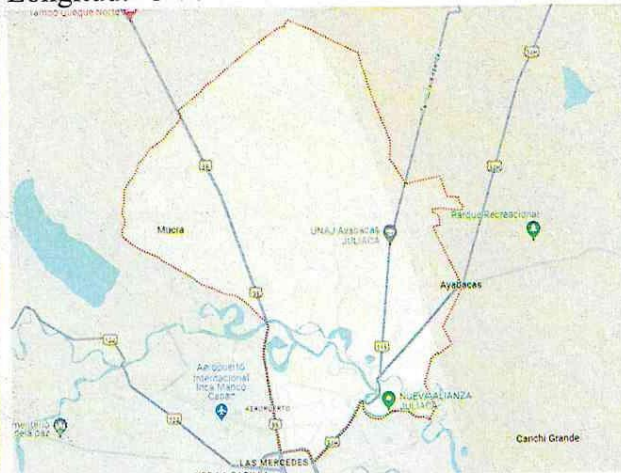
8 alicia.concytec.gob.pe



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Alexander Roman Arapa Vilca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71459562
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-5948-930X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Fritz Willy Mamani Apaza
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02306659
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: San Miguel Latitud: S 15° 28' 43" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3qJ4nL7</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2024 - Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</p> <p>Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p> <p>Ingeniería estructural y municipal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
 Dr. Eirain Pazillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA, identificado con DNI Nro. 71459562, 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:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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 02 de setiembre del 2024


Firma del Asesor (obligatoria)


Firma del Estudiante (obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A mi amado Padre Celestial.



AGRADECIMIENTO

Queridos padres y apreciados docentes,



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Síntesis de la situación problemática.....	14
1.2 Planteamiento del problema.....	15
1.2.1 Problema general.....	15
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación de la investigación.....	16
1.4.1 Justificación técnica.....	16
1.4.2 Justificación económica.....	17
1.4.3 Justificación social.....	17
1.4.4 Justificación ambiental.....	17
1.5 Hipótesis de la investigación.....	17
1.5.1 Hipótesis general.....	17
1.5.2 Hipótesis específicas.....	18
1.6 Variables e indicadores.....	18
1.6.1 Variable independiente.....	18
1.6.2 Variable dependiente.....	18
1.7 Operacionalización de variables.....	19



CAPÍTULO II
MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación..... 20
2.1.1 Antecedentes internacionales 20
2.1.2 Antecedentes nacionales 21
2.1.3 Antecedentes regionales..... 23
2.2 Bases teóricas 24
2.2.1 Ceniza de carbón mineral 24
2.2.2 Ceniza de carbón mineral en el concreto 25
2.2.3 Residuos de ceniza de carbón mineral..... 26
2.2.4 Concreto 28
2.2.5 Componentes del concreto..... 28
2.2.6 Propiedades del concreto..... 35
2.2.7 Diseño de mezcla..... 42
2.3 Marco conceptual 43

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación 45
3.2 Métodos de la investigación..... 46
3.3 Nivel y tipo de investigación..... 47
3.3.1 Tipo de la investigación..... 47
3.3.2 Nivel de la investigación..... 47
3.4 Población y muestra de la investigación 48
3.4.1 Población 48
3.4.2 Muestra 48
3.5 Técnicas e instrumentos..... 49
3.5.1 Técnicas..... 49
3.5.2 Instrumentos 49
3.6 Validación y confiabilidad del instrumento 49
3.6.1 Validación de los instrumentos..... 49
3.6.2 Confiabilidad de instrumentos 50
3.7 Procedimiento de recolección de datos 50
3.7.1 Procedimiento y recolección de información 51
3.7.2 Ensayos en laboratorio..... 54



3.8 Procesamiento y síntesis de datos 59

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados 61
4.1.1 Asentamiento del concreto convencional con distintas dosificaciones de CCM
67
4.1.2 Resistencia a la compresión con adición de CCM en 4%, 6% y 8% 72
4.1.3 Resistencia a la flexión con adición de CCM en 4%, 6% y 8% 93
4.2 Discusión de resultados 116
CONCLUSIONES 117
RECOMENDACIONES 118
BIBLIOGRAFÍA 119
ANEXOS 122



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables 19

Tabla 2 cantidad de testigos creados para el estudio de resistencia a compresión 48

Tabla 3 cantidad de testigos creados para el estudio de resistencia a flexión 49

Tabla 4 Porcentaje de humedad..... 61

Tabla 5 Resultados del peso específico y absorción de agregados..... 62

Tabla 6 Peso unitario suelto de los agregados 62

Tabla 7 Peso unitario compactado de los agregados 63

Tabla 8 Cantidad de materiales para la creación del concreto..... 66

Tabla 9 Síntesis de la trabajabilidad de la muestra convencional 67

Tabla 10 Síntesis del asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral en 4%... 68

Tabla 11 Síntesis del asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral en 6%... 69

Tabla 12 Síntesis del asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral en 8%... 70

Tabla 13 Síntesis de asentamientos visualizados para cada muestra 71

Tabla 14 Recabación de resultados observados por el ensayo a compresión - 7 72

Tabla 15 Recabación de resultados observados por el ensayo a compresión - 14..... 73

Tabla 16 Recabación de resultados observados por el ensayo a compresión - 28..... 74

Tabla 17 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio patrón 75

Tabla 18 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio con 4% de CCM... 76

Tabla 19 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 4% CCM - 14 77

Tabla 20 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 4% CCM - 28 78

Tabla 21 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 4% cenizas de carbón mineral 80

Tabla 22 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 6% CCM-7 81

Tabla 23 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 6% CCM-14. 82

Tabla 24 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio +6% CCM-28. 83

Tabla 25 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 6%CCM 84

Tabla 26 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 8% CCM-7 85

Tabla 27 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 8% CCM -14 87

Tabla 28 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 8% CCM - 28 87

Tabla 29 Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio +8% CCM 88

Tabla 30 Síntesis de esfuerzos promedios a compresión 89



Tabla 31	Síntesis de esfuerzos promedios a compresión	90
Tabla 32	Síntesis de esfuerzos promedios a compresión	91
Tabla 33	Síntesis de esfuerzos promedios a compresión	92
Tabla 34	Compilación del esfuerzo a la flexión de la V.P. - 7	94
Tabla 35	Compilación del esfuerzo a la flexión de la V.P. - 14	95
Tabla 36	Compilación del esfuerzo a la flexión de la V.P. - 28	96
Tabla 37	Compilación de la resistencia a la flexión de la V.P.	97
Tabla 38	Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga +4%CCM-7	98
Tabla 39	Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 4% CCM - 14.....	99
Tabla 40	Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 4% CCM - 28.....	100
Tabla 41	Compilación de la resistencia a la flexión de la viga con CCM en 4%.....	101
Tabla 42	Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga + 6%CCM-7	102
Tabla 43	Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 6% CCM - 14.....	103
Tabla 44	Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 6% CCM - 28.....	104
Tabla 45	Compilación de la resistencia a la flexión de la viga con CCM en 6%.....	105
Tabla 46	Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga +8%CCM-7	106
Tabla 47	Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 8% CCM - 14.....	107
Tabla 48	Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 8% CCM - 28.....	108
Tabla 49	Compilación de la resistencia a la flexión de la viga con TPR en 0.20%.....	109
Tabla 50	Síntesis de esfuerzos promedios a flexión.....	110
Tabla 51	Síntesis de esfuerzos promedios a flexión.....	111
Tabla 52	Síntesis de esfuerzos promedios a flexión.....	112
Tabla 53	Síntesis de esfuerzos promedios a flexión.....	113
Tabla 54	Compilación de resistencia a la flexión alcanzadas	114
Tabla 55	Compilación de resistencia a la flexión alcanzadas	115



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Concreto	28
Figura 2 Lugar en el que se encuentra la cantera	53
Figura 3 Granulometría ensayo.....	55
Figura 4 Desmoldeo de briquetas	56
Figura 5 Muestras sometidas a compresión	57
Figura 6 Curado de muestras.....	60
Figura 7 Granulometría de agregado grueso	63
Figura 8 Curva granulométrica de la arena	64
Figura 9 Dosificación de los materiales para el diseño de mezcla.....	66
Figura 10 Asentamiento de la muestra convencional	68
Figura 11 Asentamiento del modelo con CCM en 4%.	69
Figura 12 Asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral en 6%.....	70
Figura 13 Asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral en 8%.....	71
Figura 14 Síntesis de asentamientos logrados con 4%, 6% y 8% CCM.	72
Figura 15 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural patrón-7	73
Figura 16 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural patrón-14.	74
Figura 17 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural patrón-28	75
Figura 18 Comparativa de la fuerza límite del compuesto cementicio patrón.	76
Figura 19 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural con 4% CCM-7..	77
Figura 20 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 4% CCM-14 ...	78
Figura 21 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 4% CCM - 28 .	79
Figura 22 Comparativa de la fuerza límite del compuesto cementicio + 4% cenizas de carbón mineral.....	80
Figura 23 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 6% CCM-7	81
Figura 24 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural +6% CCM-14. ...	82
Figura 25 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 6%CCM-28. ...	84
Figura 26 Comparativa de la fuerza límite del compuesto cementicio + 6%CCM.....	85
Figura 27 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 8% CCM-7	86
Figura 28 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 8% CCM-14 ...	87
Figura 29 Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 8% CCM-28 ...	88
Figura 30 Comparativa de la fuerza límite del compuesto cementicio + 8 % CCM.	89



Figura 31 Comparativa de los esfuerzos de resistencia a compresión 90

Figura 32 Comparativa de los esfuerzos de resistencia a compresión 91

Figura 33 Comparativa de los esfuerzos de resistencia a compresión 92

Figura 34 Comparativa de los esfuerzos a compresión en diferentes periodos 93

Figura 35 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la V.P. - 7 94

Figura 36 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la V.P. - 14 95

Figura 37 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la V.P. - 28 96

Figura 38 Comparativa de la resistencia a la flexión de la V.P. 97

Figura 39 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga +4% CCM-7 98

Figura 40 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 4% CCM - 14 99

Figura 41 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 4%CCM - 28
..... 100

Figura 42 Comparativa de la resistencia a la flexión de la viga con CCM en 4%...... 101

Figura 43 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga +6% CCM-7 102

Figura 44 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 6% CCM - 14
..... 103

Figura 45 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 6%CCM - 28
..... 104

Figura 46 Comparativa de la resistencia a la flexión de la viga con 6% de CCM..... 105

Figura 47 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga +8% CCM-7 106

Figura 48 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 8% CCM - 14
..... 107

Figura 49 Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 8%CCM - 28
..... 108

Figura 50 Comparativa de la resistencia a la flexión de la viga CCM en 8%. 109

Figura 51 Comparativa de los esfuerzos de resistencia a flexión 110

Figura 52 Comparativa de los esfuerzos de resistencia a flexión 111

Figura 53 Comparativa de los esfuerzos de resistencia a flexión 112

Figura 54 Comparativa de los esfuerzos de resistencia a flexión 113

Figura 55 Comparativa de los porcentajes de resistencia a la flexión alcanzados..... 114

Figura 56 Comparativa de los porcentajes de resistencia a la flexión alcanzados..... 115



RESUMEN

En el estudio actual titulado "Evaluación de las propiedades del concreto convencional con la adición de ceniza de carbón mineral en el distrito de San Miguel 2024", se llevó a cabo con el objetivo de analizar el impacto de las cenizas de carbón mineral como adiconante a la mezcla de un concreto convencional en proporciones del 4%, 6% y 8%. Se utilizaron agregados provenientes de la cantera Isla, y se realizó el diseño de mezclas mediante el método ACI, con un diseño de 210 kg/cm². Se optó por un diseño experimental, que consistió en 60 briquetas para el ensayo de resistencia a compresión y 60 muestras prismáticas para el ensayo de resistencia a la flexión. En relación a los resultados del asentamiento, la muestra patrón presentó un asentamiento de 3.71 pulgadas. La adición de 8% de cenizas de carbón mineral redujo la trabajabilidad del concreto hasta 3.4" lo cual indica que a mayor adición de cenizas más se reduce la trabajabilidad del mismo. Los resultados indican que la muestra patrón presentó una resistencia a la compresión de 217.55kg/cm². Al adicionar el 4%, la resistencia a la compresión aumento a 222.43kg/cm², con un 6% de adición fue de 224.75kg/cm² y finalmente aumentando a 8% de ceniza de carbón mineral incremento a 232.08kg/cm². Por último, la resistencia a la flexión alcanzó su punto más alto con un 6% de adición de ceniza de carbón mineral, logrando un 29.64 kg/cm². En conclusión, se observa que la ceniza de carbón mineral influye de manera favorable en la resistencia a compresión, siendo el porcentaje óptimo de sustitución el 6%.

Palabras Clave: Carbón mineral, Flexión, concreto, Resistencia a compresión, Propiedades del concreto.



ABSTRACT

The study, entitled "Assessment of the characteristics of conventional concrete with the incorporation of coal ash in the San Miguel district 2024," aimed to investigate the effects of using coal ash as an additive in traditional concrete. The combination included coal ash with concentrations of 4%, 6%, and 8%. The Isla quarry supplied the aggregates, and the mixture design was carried out using the ACI approach, with the goal of attaining a design strength of 210 kg/cm². The experimental setup included 60 briquettes for the compressive strength test and 60 prismatic samples for the flexural strength test. Concerning the settlement statistics, the average sample revealed a settlement of 3.71 inches. The addition of 8% coal ash to the concrete led to a reduction in workability of 3.4 inches. This implies that increasing the quantity of ash leads to a more pronounced reduction in workability. The results indicate that the reference sample had a compressive strength of 217.55kg/cm². By including a 4% additive, the compressive strength was improved, leading to a substantial increase to a value of 222.43kg/cm². By using a 6% additive, the compressive strength increased to 224.75kg/cm². In conclusion, the decision to raise the coal ash content to 8% led to a substantial improvement in the compressive strength, ultimately achieving a final value of 232.08kg/cm². The flexural strength reached its maximum value of 29.64 kg/cm² when coal ash was used at a concentration of 6%. In summary, it is evident that the inclusion of coal ash has a beneficial effect on the compressive strength, with the optimal replacement rate being 6%.

Keywords: Charcoal, Flexure, concrete, Compressive strength, Concrete properties.



INTRODUCCIÓN

El hormigón es un material de construcción muy versátil y duradero que se utiliza ampliamente en todo el mundo. Se le puede dar forma y moldear fácilmente en muchas formas y construcciones. Sin embargo, la fabricación tradicional de hormigón tiene una huella ecológica sustancial como resultado del agotamiento de los recursos naturales y la liberación de dióxido de carbono durante la producción de cemento. En este marco, la industria de la construcción ha otorgado gran importancia a la búsqueda activa de opciones sostenibles y ambientalmente responsables.

Investigar el uso de cenizas de carbón como sustituto del cemento en el hormigón es una estrategia encaminada a reducir el impacto ambiental y potenciar las características del material. Las cenizas de carbón, un residuo producido al quemar carbón en las centrales eléctricas, pueden reutilizarse como desechos industriales, disminuyendo así la demanda de recursos naturales frescos y sin explotar.

El concreto es esencial para la construcción de infraestructura residencial, comercial e industrial en el distrito de San Miguel. Sin embargo, la adopción de prácticas ecológicas en la industria de la construcción se encuentra actualmente en una fase incipiente. La utilización de cenizas de carbón como componente de la mezcla de hormigón tradicional ofrece un enfoque distinto para mejorar la sostenibilidad ecológica de los proyectos de construcción en esta área.

El objetivo de este estudio es evaluar los beneficios y desventajas de incorporar cenizas de carbón al hormigón mediante ensayos experimentales y análisis comparativos. Los resultados proporcionarán una base confiable para futuras investigaciones y posibles implementaciones en el sector de la construcción. El objetivo de esta política es fomentar un enfoque consciente y ambientalmente sustentable en el desarrollo de infraestructura,



que conduzca a resultados positivos tanto para el ecosistema como para los residentes del distrito de San Miguel.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Síntesis de la situación problemática

Hizo hincapié en la nociva contaminación ambiental causada por las cenizas de carbón en el Reino Unido. Propuso emplear cenizas de carbón como sustituto de los agregados finos en la fabricación de concreto como estrategia más eficaz para resolver este problema, promoviendo así el desarrollo de un concreto ecológico. Se utilizó el horno para medir la disminución de la masa, el módulo de elasticidad. La eficacia de las soluciones con concentraciones del 2% y el 3% aumentó con el aumento de la temperatura. En última instancia, esto implica que cuando la temperatura aumenta, el nivel de deformación en la estructura de la muestra también aumenta. Qiang Su y Jinming Xu (2023)

Trujillo se esfuerza por hacer frente a la degradación del medio ambiente utilizando recursos de desecho. El objetivo principal es determinar la cantidad ideal de caucho de neumático triturado que puede utilizarse en el concreto estructural sin alterar significativamente sus cualidades. Tras el periodo de prueba de 28 días, el resultado final arrojó un valor de 292 kg/cm². Concluye que la incorporación de caucho al concreto con fines estructurales es imprudente debido a su reducida resistencia y a su tendencia a deformarse cuando se somete a tensiones externas. Contreras (2018)



Las autoridades municipales de Juliaca realizaron una investigación para evaluar los efectos del uso de caucho recuperado en el concreto de construcción y su comportamiento en condiciones sísmicas. Se fabricó un total de 84 muestras, cada una con una resistencia de diseño de 210 Kg/cm². El contenido de caucho se cuantificó con los porcentajes que se indican a continuación: Los materiales finos y granulados, con concentraciones de 2%, 4% y 6%, fueron evaluados durante períodos de curado de 7, 8 y 24 días. A continuación, se realizaron ensayos de compresión y tracción, que indicaron que la proporción ideal era del 4%, mientras que el concreto granulado demostró una mejora del 16,05% en la misma resistencia. Las mayores derivas se alcanzaron cuando el contenido de caucho fue del 4%, obteniéndose valores del 3,44% y 3,87% en la dirección X-X y del 3,47% y 3,96% en la dirección Y-Y, comprobándose así su viabilidad. Quispe y Huamantupa (2022)

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son las propiedades del concreto convencional con la adición de ceniza de carbón mineral en el distrito de San Miguel 2024?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál es el efecto del empleo de ceniza de carbón mineral en el asentamiento del concreto convencional fresco en el distrito de San Miguel, 2024?
2. ¿Cuál es la influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel, 2024?
3. ¿Cuál es la influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel, 2024?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar las propiedades del concreto convencional con la adición de ceniza de carbón mineral en el distrito de San Miguel 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar el efecto del empleo de ceniza de carbón mineral en el asentamiento del concreto convencional fresco en el distrito de San Miguel, 2024.
2. Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel, 2024.
3. Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel, 2024.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

La introducción de materiales adicionantes al concreto, como la adición de ceniza de carbón mineral, basándonos en cuanto a la fabricación de concreto convencional es de gran importancia ya que vendría a ser un material muy relevante y con grandes aportes a la elaboración de concreto. El síntesis técnico se centrará en evaluar la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión de las viguetas de concreto al variar las proporciones de ceniza de carbón mineral, buscando optimizar las mezclas para obtener un equilibrio entre sostenibilidad y un adecuado rendimiento a lo que estructuralmente corresponde.

1.4.2 Justificación económica

Desde lo que respecta al enfoque económico, la incorporación de materiales como lo son las cenizas de carbón mineral en la construcción puede tener un impacto significativo en cuanto a los costos de producción y lo que respecta debidamente. Esta investigación busco sustentar en el aspecto económico la reutilización de ceniza de carbón mineral en el concreto, teniendo en cuenta y analizando los posibles ahorros en cuanto a los costos, teniendo en cuenta y considerando el tema de la disponibilidad local del material a utilizar y por lo tanto evaluando.

1.4.3 Justificación social

La integración de materiales como vendrían a ser las cenizas de carbón mineral en lo que respecta a la construcción también tiene como consecuencia implicaciones sociales de gran magnitud. Este estudio se a propuesto justificar socialmente la utilización de la ceniza de carbón mineral, destacando sus posibles contribuciones a la sostenibilidad y como también al cuidado del medio ambiente en el que habitamos. Además, se explorarán todos los posibles beneficios que pueda aportar a nuestra sociedad y sus habitantes.

1.4.4 Justificación ambiental

Se evaluará el impacto ambiental de la introducción de cenizas de carbón mineral en términos de reducción de materiales contaminantes y la disminución del uso de materias primas, contribuyendo así a la preservación del entorno natural del distrito de San Miguel.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

Las propiedades del concreto convencional con la adición de ceniza de carbón mineral en el distrito de San Miguel 2024, serán de influencia positiva.



1.5.2 Hipótesis específicas

1. El efecto del empleo de ceniza de carbón mineral en el asentamiento del concreto convencional fresco en el distrito de San Miguel, 2024, mantendrá el asentamiento con variaciones mínimas.
2. La influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm².
3. La influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm², 2024, será positiva.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

Ceniza de carbón mineral.

Indicador

Porcentaje de ceniza de carbón mineral.

1.6.2 Variable dependiente

Propiedades del concreto convencional.

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
CENIZA DE CARBÓN MINERAL	Los residuos que quedan tras la combustión del carbón o materiales derivados del mismo.	Porcentaje de cenizas de carbón mineral	Cenizas de carbón mineral en porcentajes de 4%, 6% y 8%.	Plantilla de toma de datos

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL	Los principales atributos del concreto tradicional son su resistencia, durabilidad, y flexibilidad, que garantizan su idoneidad y eficacia en los proyectos de construcción.	Asentamiento Resistencia a compresión Resistencia a la flexión	Resistencia a compresión en diferentes edades del concreto Resistencia a la flexión en diferentes edades del concreto	Ensayos normalizados (ASTM C-39)



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según, Mangi et. al. (2019) en su investigación titulada "Reciclaje de cenizas de carbón en concreto como recurso cementoso parcial", El objetivo de este estudio es emplear cenizas de fondo de carbón (CBA) en la producción de concreto y evaluar la influencia de la finura de las partículas de CBA en la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción del concreto. El experimento consistió en crear 120 muestras, en las que se utilizaron diversos grados de finura de la CBA molida para sustituir parcialmente al cemento. La sustitución osciló entre el 0% y el 30% de la masa del cemento. La adición de una mayor cantidad de CBA molida provocó una disminución de la trabajabilidad de la mezcla de concreto, lo que se tradujo en un aumento de la absorción de agua. Como resultado la utilización de CBA molida no condujo a ninguna mejora sustancial de la resistencia a la compresión y a la tracción del concreto, especialmente durante las primeras fases de su producción. El objetivo de alcanzar una resistencia a la compresión de 35 MPa se logró con éxito en un plazo de 28 días utilizando un 10% de CBA molida. Sin embargo, fue necesario un periodo mucho más largo para alcanzar una

concentración de mezcla de control de 44,5 MPa. Se concluye que esta investigación ha verificado que la granulometría de los materiales utilizados para sustituir al cemento tiene un impacto sustancial en las características de resistencia del concreto.

Para, Majhi & Nayak (2019) en su estudio titulado "Propiedades del concreto que incorpora cenizas volantes de carbón y cenizas de fondo de carbón", el objetivo de este estudio experimental es evaluar el impacto de las cenizas volantes y las cenizas de fondo en las características del concreto. La metodología para ello, se sustituyen parcialmente por agregado fino natural y cemento, ya sea por separado o conjuntamente. Las muestras de concreto se producen sustituyendo diferentes cantidades de arena por cenizas de fondo de carbón (0%, 20%, 30%, 40% y 50%) y sustituyendo cantidades variables de cemento por cenizas volantes de carbón (0%, 20%, 30%, 40% y 50%). A continuación, se generan muestras de concreto sustituyendo las cantidades adecuadas de cemento y arena.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Para, Plasencia (2023), en su investigación titulada "Influencia de la ceniza de briqueta de carbón mineral en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Trujillo, 2023", El objetivo de este estudio es investigar el impacto de la sustitución parcial de las cenizas de briquetas de carbón en diferentes proporciones de 3%, 6% y 10% sobre la resistencia a la carga máxima del concreto con una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Trujillo en 2023. El estudio utilizó un enfoque de investigación cuasi-experimental para evaluar un conjunto de 36 especímenes de concreto. Las probetas fueron curadas durante 7, 14 y 28 días. Para esta evaluación se utilizó una técnica de estudio aplicado. El estudio empleó el método de observación directa, y se realizó el Síntesis de Varianza (ANOVA) como prueba estadística para comparar hipótesis. Los resultados indicaron que las muestras de concreto, sometidas a un proceso de curado de 28 días y sin sustitución del material cementante por cenizas de briquetas de carbón, tenían un valor $f'c$ medio de 221. Las probetas que tenían un contenido de cenizas del 3%



y se utilizaron como sustituto del cemento presentaron una resistencia media a la carga máxima de $f'c = 260,67 \text{ kg/cm}^2$.

Para, (Polo Lopez & Arce Flores, 2022), en su trabajo de investigación titulado "Influencia de cenizas de carbón mineral de cocina en concretos estandar elaborados con agregados del Río Llamacocha – Conchucos 2021" El objetivo de este estudio es incluir ceniza de carbón vegetal en el concreto, que demuestra resistencias a la compresión de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. El concreto se fabrica con agregados de río. El objetivo es evaluar el impacto de la ceniza de carbón vegetal en la resistencia a la compresión, la temperatura, la densidad, la absorción y los huecos. El producto y sus componentes se obtienen de la zona de Conchucos-Pallasca. Durante la investigación, desarrollamos diseños de mezcla "estándar" en ambos niveles de resistencia, sin incorporar ningún componente suplementario. Los diseños de mezcla habituales sirven de patrón para compararlos con los hormigones que incluyeron aditivos en proporciones de 5%, 10% y 15% en relación al peso del cemento. El estudio demostró que la incorporación de cenizas de carbón vegetal al concreto tradicional tiene un impacto sustancial en la mejora de sus propiedades.

Finalmente, para, (Dionicio Huaman, 2021), en su investigación titulada "Evaluación de las propiedades del concreto con la Adición del carbón mineral triturado". El objetivo del estudio era investigar el impacto de la inclusión de carbón mineral en las características del concreto. Para establecer la validez de la hipótesis presentada, se llevó a cabo una investigación empírica sistemática para reunir pruebas concluyentes. El asentamiento del concreto se determinó analizando nueve muestras. Las muestras se clasificaron en tres grupos separados, cada uno de los cuales representaba un diseño distinto. Los diseños incluían una muestra de referencia con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 , además de muestras que incluían una sustitución del 3% y el 6% de agregado grueso. Del mismo modo, los ensayos de fractura se realizaron a intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días para cada uno de los tres diseños. El tercer diseño arrojó los resultados de asentamiento más favorables, con un hundimiento de 4 pulgadas, en comparación con la

muestra estándar que tuvo un hundimiento de $3 \frac{3}{4}$ pulgadas. El segundo diseño produjo la mayor resistencia a la compresión, por lo que fue el más beneficioso. Se concluye que, tras una duración de 28 días, el concreto tuvo una resistencia a la compresión de 309,2 kg/cm², superando el valor de 296,68 kg/cm² alcanzado por la muestra de referencia durante el mismo período de tiempo.

2.1.3 Antecedentes regionales

Para, Cáceres & Quispe (2018) en su investigación titulada "Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento" El objetivo de este estudio era determinar la cantidad óptima de cenizas volantes en las mezclas de concreto para preservar su integridad estructural y, al mismo tiempo, contribuir a la mitigación medioambiental. El enfoque experimental consistió en la adición de diferentes proporciones de cenizas volantes, a saber, 2,5%, 5,0%, 10,0% y 15,0%, al concreto convencional. Las muestras de concreto se sometieron a distintos periodos de curado de 7, 14, 28 y 90 días. Se realizó una evaluación para determinar la resistencia media de varios tipos de concreto durante 28 días. Los resultados indican que la resistencia media del concreto normal fue de 221 kg/cm², pero la incorporación de un 2,5% de cenizas volantes en el concreto dio lugar a una resistencia media algo superior, de 223 kg/cm². El concreto con un 5,0% de cenizas volantes mostró una resistencia media notablemente superior, de 231kg/cm². Sin embargo, la resistencia media del concreto disminuía a 200kg/cm² cuando el contenido de cenizas volantes era del 10,0%, y el concreto con un 15% de cenizas volantes presentaba la resistencia media más baja, de 192kg/cm². Se concluye que es aconsejable utilizar cenizas volantes como sustituto del cemento, aunque la cantidad no debe superar el 10%. Sin embargo, por encima de este umbral disminuye la durabilidad del concreto, lo que tiene consecuencias adversas a la hora de evaluar su calidad global.

Finalmente, para, Mamani (2023) La investigación, titulada "Mejoramiento de las propiedades físicas del concreto ($f'c=280\text{kg/cm}^2$) mediante la adición de ceniza de cascarilla de cebada en San Miguel, Puno, 2023", tiene como objetivo mejorar las



características físicas del concreto mediante la inclusión de ceniza de cascarilla de cebada. El estudio empleó una metodología experimental, incluyendo ceniza en proporciones de 2%, 5% y 8%. Tras examinar los resultados, se pone de manifiesto que un aumento del contenido de ceniza conlleva una disminución de la consistencia de trabajabilidad, lo que se traduce en una consistencia más seca. Para optimizar la eficacia de los adoquines, se recomienda utilizar un 5% de ceniza. Además, la presencia de ceniza provoca un aumento del contenido de aire, alcanzando un nivel del 2,80% cuando la concentración de ceniza alcanza el 8%. Además, el uso de ceniza reduce el tiempo necesario para el proceso de solidificación, permitiendo así un procedimiento de solidificación más rápido. En conclusión, la inclusión de un 5% de ceniza de cáscara de cebada en el concreto permite mejorar sus características físicas. La incorporación de ciertos compuestos en el concreto conduce a alteraciones notables, incluyendo una reducción de 1,25 pulgadas en el asentamiento, un aumento del 0,45% en el contenido de aire, y una disminución de 30 minutos en el tiempo de fraguado, en comparación con el concreto desprovisto de cualquier aditivo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Ceniza de carbón mineral*

La ceniza de carbón es el material residual de desecho que queda tras la combustión del carbón, una forma de combustible fósil. Instalaciones como las centrales eléctricas o las calderas producen un residuo de la combustión del carbón, que es una mezcla de minerales inorgánicos y componentes carbonosos que no llegan a quemarse completamente. A continuación, se presenta una explicación detallada de las cenizas de carbón.(Pérez & Fernando, 2016)

Las cenizas de carbón existen en dos formas principales: cenizas volantes y cenizas de fondo. Las cenizas volantes son partículas finas que se transportan por el movimiento de los gases de combustión, mientras que las cenizas de fondo son más compactas y se acumulan en el fondo de la caldera.

Las características físicas de las cenizas de carbón varían considerablemente y dependen del contenido del carbón original y del tipo de combustión utilizado. Su color puede abarcar un espectro que va desde diversas tonalidades de gris a marrón, mientras que su textura puede exhibir una gama que va desde fina y pulverulenta a más gruesa y granulosa. (Pérez & Fernando, 2016)

Aplicaciones: La ceniza de carbón tiene una amplia gama de usos. La piedra caliza se utiliza habitualmente en la construcción para muchos fines. A menudo se mezcla con cemento para formar concreto, se utiliza como material de relleno en la construcción de carreteras y se integra como componente en la fabricación de bloques de construcción. Además, se emplea en la agricultura como enmienda del suelo para mejorar sus propiedades físicas y químicas. (Pérez & Fernando, 2016)

La imperiosa necesidad de una gestión eficaz de las cenizas de carbón se deriva de su capacidad para generar impactos perjudiciales sustanciales en el medio ambiente. Pueden contener compuestos tóxicos como arsénico, mercurio y plomo. Para reducir la contaminación del suelo y el agua, es crucial eliminar estos compuestos de forma adecuada. (Pérez & Fernando, 2016)

La ceniza de carbón es la sustancia residual que queda tras la combustión del carbón, con una composición química diversa que la hace valiosa para varias aplicaciones. Sin embargo, es crucial gestionar y eliminar eficazmente las cenizas de carbón para mitigar cualquier repercusión ecológica adversa.

2.2.2 Ceniza de carbón mineral en el concreto

A continuación, se describe detalladamente cómo se utilizan las cenizas de carbón en la fabricación de concreto:

Las cenizas volantes, un tipo de ceniza de carbón, se utilizan como componente o adición en las composiciones de concreto. La ceniza a la que se hace referencia en este

contexto es un material sobrante producido como resultado de la combustión de carbón en centrales eléctricas. Los gases de escape se someten a purificación mediante el uso de equipos especializados para su separación. (Pérez & Fernando, 2016)

Las cenizas de carbón se componen principalmente de sílice, alúmina y óxidos de hierro, acompañados de pequeñas cantidades de otros compuestos. La composición química del carbón puede variar en función del tipo de carbón utilizado.

Mejores propiedades físicas y químicas: Las cenizas de carbón tienen la capacidad de aumentar ciertos atributos del concreto, como su facilidad de uso, su capacidad para soportar la compresión, su longevidad y su resistencia al deterioro químico. Además, ayuda a la resistencia a la corrosión. (Pérez & Fernando, 2016)

Consideraciones de diseño: La cantidad admisible de ceniza de carbón que puede utilizarse en el concreto puede variar en función de los requisitos específicos de diseño y rendimiento. Deben llevarse a cabo evaluaciones y pruebas para determinar la cantidad ideal que maximice los beneficios previstos preservando al mismo tiempo la integridad del concreto. (Pérez & Fernando, 2016)

El objetivo principal de integrar las cenizas de carbón en el concreto es aumentar las propiedades y la viabilidad ecológica de la sustancia utilizando los atributos puzolánicos de este subproducto generado por las centrales eléctricas de carbón.

2.2.3 Residuos de ceniza de carbón mineral.

Los restos de carbono reciclado se refieren a los materiales residuales o basura que se generan durante el proceso de reciclaje de compuestos a base de carbono. Estos residuos pueden proceder de varias fuentes, como las actividades industriales, la producción de productos químicos a base de carbono o la recuperación de materiales que contienen carbono y que pueden reutilizarse. A continuación, se ofrece una explicación detallada:



Origen de los residuos de carbono: Los residuos de carbono reciclado se producen por el reciclaje o la reutilización de objetos que contienen carbono. Se trata de los residuos generados durante la fabricación de bienes basados en el carbono, incluidos los plásticos, el caucho, el papel, el cartón y los productos derivados del petróleo. (Miranda, 2021)

Composición química: Los materiales reciclados pueden comprender diversas formas carbonosas, como moléculas orgánicas, polímeros carbonosos o compuestos derivados del carbono. Las estructuras específicas del carbono están influidas por el tipo preciso de material reciclado y el método empleado para el reciclado. (Miranda, 2021)

Los restos de carbono consisten en plástico reutilizado, partículas de caucho de neumáticos reciclados y papel reciclado carbonoso, entre otras sustancias. Además, se pueden emplear métodos de pirólisis o gasificación para producirlos. Estos procesos consisten en someter los residuos sólidos ricos en carbono a altas temperaturas, lo que da lugar a la creación de sustancias como el carbón activado o gases valiosos. (Miranda, 2021)

Utilización y comercialización: Aunque en un principio se consideren residuos, una cantidad considerable de estos restos puede emplearse eficazmente en muchos escenarios. El carbono reciclado puede utilizarse como relleno en la fabricación de nuevos productos y en el campo de la construcción. Además, puede emplearse como fuente de energía en determinados procesos. (Miranda, 2021)

Enigmas ecológicos: La gestión adecuada de los residuos de carbono regenerado es esencial para evitar cualquier impacto ecológico negativo, a pesar de las ventajas potenciales que presenta. Algunos residuos pueden incluir productos químicos adicionales, contaminantes o sustancias no deseadas que deben manipularse con precaución.

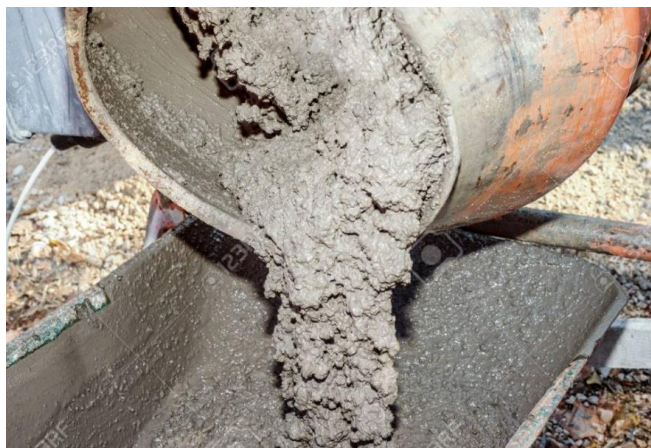
Los residuos de carbono reciclado se refieren a los restos residuales que persisten tras el reciclado de materiales que contienen carbono. Estas entidades pueden variar en su composición y origen, y es esencial gestionarlas eficazmente para maximizar su utilización y minimizar las repercusiones ecológicas.

2.2.4 Concreto

El concreto es de los compuestos más utilizados a nivel mundial gracias a sus propiedades constructivas y las propiedades que aporta al mismo, por ende, la demanda del mismo y sus componentes es relativamente alta y su variedad también es por ende muy variable. (McCormac & Brown, 2017).

Figura 1

Concreto



Nota: Tomada de Google

2.2.5 Componentes del concreto

a) Cemento

El cemento es un material de construcción crucial que se utiliza ampliamente en varias industrias debido a sus fuertes propiedades adhesivas y cohesivas. El hormigón es un material compuesto formado por un polvo gris finamente molido. Al mezclar este polvo con agua, arena y grava, comienza una reacción química y se transforma en una sustancia robusta. (Apaza & Salcedo, 2019)

Cada uno diseñado específicamente para cumplir con requisitos de construcción específicos. (McCormac & Brown, 2017).

El proceso se distingue por su importante consumo energético y su notable impacto ecológico, lo que ha impulsado a la industria a buscar métodos más sostenibles y reducir las emisiones de dióxido de carbono. (McCormac & Brown, 2017).

El cemento es esencial en la construcción moderna debido a sus propiedades duraderas, resistencia y versatilidad. Sin embargo, la fabricación y el uso de estos compuestos crean problemas ambientales que requieren soluciones innovadoras y sostenibles. La industria del cemento progresa constantemente mediante el desarrollo de nuevos tipos de cemento y la mejora de los métodos de fabricación para aumentar la eficiencia y reducir el impacto ambiental, asegurando así su papel crucial en el desarrollo de la infraestructura global. (McCormac & Brown, 2017).

Según (Huamani, 2019) es una sustancia con cualidades de adhesión y cohesión, esencial como aglutinante para unir agregados inertes.

b) Agua

Determina las características finales del concreto. Cuando el agua y el cemento se combinan, se someten a un proceso químico conocido como hidratación, que convierte la sustancia en una estructura duradera y resistente. Esta reacción es crucial para mejorar la resiliencia y la longevidad del hormigón. (Barrientos-Monsalve, 2020)

Una relación óptima de agua a cemento garantiza una hidratación suficiente del cemento, mientras que un contenido excesivo de agua podría disminuir la resistencia del concreto y mejorar su porosidad, volviéndolo más vulnerable a la infiltración de material. El comportamiento se intensifica gradualmente, volviéndose cada vez más hostil y ofensivo con el tiempo. (Freire Paredes, 2024)

La calidad del agua utilizada en la mezcla de hormigón es igualmente importante, además de la cantidad. El agua debe estar libre de contaminantes y compuestos que puedan afectar negativamente el proceso de hidratación o las propiedades del hormigón. Los contaminantes, como aceites, sales y productos químicos, tienen el potencial de alterar la reacción química del cemento y socavar la estabilidad estructural del hormigón.

La gestión precisa del contenido de humedad en el hormigón es crucial para lograr las características deseadas en el resultado final. La trabajabilidad de la mezcla, definida

como su capacidad de fácil manipulación, colocación y compactación, también está influenciada por el contenido de agua. El posicionamiento y la compresión precisos son cruciales para lograr una trabajabilidad óptima del concreto, ya que impactan directamente la calidad y durabilidad de la construcción final. (McCormac & Brown, 2017).

c) Agregados

Los agregados juegan un papel vital en la mezcla de concreto ya que tienen un impacto significativo en sus propiedades físicas y mecánicas. Los agregados constituyen aproximadamente el 60-75% del volumen total de hormigón. Su función principal es aumentar el volumen general y la estabilidad de la mezcla, mejorando así su durabilidad y resistencia. (Freire Paredes, 2024)

El hormigón se compone de dos tipos principales de partículas: agregados finos y agregados gruesos. Los agregados finos, como la arena, poseen un tamaño de partícula lo suficientemente pequeño como para atravesar un tamiz con una apertura de 4,75 mm. En cambio, los áridos gruesos, como la grava o el cascajo, se caracterizan por tener un tamaño demasiado grande para pasar por el mismo tamiz. Garantizar las propiedades deseadas del hormigón requiere una selección meticulosa y una proporción precisa de estas partículas en la mezcla. (Huamani Cordero, 2019)

La granulometría, o distribución del tamaño de las partículas, de los agregados es un factor importante que determina la calidad del concreto. Una mezcla que incluye partículas de varios tamaños en una granulometría bien graduada conduce a una combinación más densa y pegajosa, reduciendo la presencia de huecos y mejorando su manejabilidad. Para conseguir la unión más eficaz entre cemento y áridos y garantizar la máxima resistencia del hormigón, es imprescindible limpiar minuciosamente los áridos y eliminar todas las impurezas, incluidas arcillas, residuos orgánicos y partículas minúsculas. (McCormac & Brown, 2017).

La morfología y la topografía superficial de las partículas también influyen en las propiedades del hormigón. Los agregados gruesos que tienen una superficie rugosa y

desigual mejoran la adhesión con la pasta de cemento, lo que da como resultado un hormigón más resistente. Sin embargo, el uso de áridos redondeados y lisos puede mejorar la facilidad de trabajo con la combinación, facilitando su posicionamiento y compresión.

En resumen, los agregados son componentes esenciales de la mezcla de concreto, influyendo significativamente en su volumen, estabilidad, resistencia y longevidad. Para garantizar la durabilidad de las estructuras construidas y alcanzar las propiedades específicas del hormigón, es esencial seleccionar meticulosamente áridos finos y gruesos superiores y analizar exhaustivamente sus cualidades, incluida la distribución granulométrica, la forma, la textura y la capacidad de absorción de agua. (McCormac & Brown, 2017).

Clasificación de Agregado

Compuestos por partículas que tienen un tamaño menor a 4,75 mm y pueden pasar por un tamiz de ese tamaño. Por otro lado, los áridos gruesos, como la grava o la piedra triturada, están formados por partículas de tamaño superior a 4,75 mm y no pueden atravesar la criba. La clasificación es esencial ya que determina la combinación adecuada de tipos de agregados, lo que influye en gran medida en la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto. Esto asegura que el hormigón tenga la cohesión y estabilidad necesarias para soportar las estructuras. (Buitron Quispe, 2023)

De acuerdo a su procedencia:

Los áridos de construcción se clasifican sistemáticamente según su origen en naturales, sintéticos o reciclados. Comprender esta categorización es esencial para comprender las características y los impactos de estos compuestos en las mezclas de concreto. (Cano Salazar, 2017)

Los agregados naturales

Los procesos geológicos dan lugar a áridos naturales, que se obtienen y tratan sin intervención humana significativa. Los sedimentos consisten en materiales como arenas y gravas que provienen de ríos, playas, lechos de arroyos y depósitos glaciares. La



composición mineralógica y el proceso de erosión natural dictan en gran medida la calidad de estos agregados, lo que frecuentemente conduce a una forma redondeada y una textura suave. La principal ventaja de los áridos naturales es su extraordinaria durabilidad y resistencia. Sin embargo, la disponibilidad de estos recursos puede verse limitada por limitaciones geográficas y meteorológicas. (Cano Salazar, 2017)

Agregados artificiales

Los agregados artificiales se producen mediante técnicas industriales sofisticadas para cumplir con requisitos de construcción específicos. Un ejemplo concreto son los materiales obtenidos del tratamiento de escorias de alto horno o cenizas volantes producidas por la quema de carbón. Estos agregados frecuentemente exhiben características físicas y químicas constantes, lo que puede ser beneficioso para producir hormigones de alta calidad con propiedades controladas con precisión. Además, el procedimiento de producción del hormigón puede modificarse para reducir la liberación de compuestos nocivos y mejorar la consistencia de la mezcla de hormigón. (Cano Salazar, 2017)

Agregados reciclados

Los áridos reciclados han cobrado gran importancia en el campo de la sostenibilidad y la gestión de residuos. Estos áridos se obtienen triturando restos de estructuras anteriores, como hormigón y asfalto.

El origen de los áridos influye mucho en su elección y uso en proyectos de construcción. Comprender las diferencias entre los agregados naturales, artificiales y reciclados permite a los ingenieros y constructores utilizar los materiales adecuados para mejorar la resistencia, la durabilidad y la sostenibilidad ambiental de las construcciones de concreto. La selección de la fuente concreta del hormigón influye significativamente en sus características finales, garantizando que se ajusta a los requisitos técnicos y ambientales de cada proyecto. (Cano Salazar, 2017)

De acuerdo a su tamaño:



Los agregados finos consisten en partículas que pueden pasar a través de un tamiz de 4,75 mm (tamiz No. 4), pero que son demasiado grandes para pasar a través de un filtro de 75 micrómetros (tamiz No. 200). Ejemplos comunes de agregados finos son la arena natural, la arena sintética y la arena triturada. Estos agregados desempeñan un papel vital en la mezcla de concreto, ya que afectan significativamente la facilidad de manipulación y la capacidad de la mezcla para adherirse, al mismo tiempo que llenan los espacios entre partículas más grandes. La presencia de contaminantes, como arcillas, limos, materia orgánica y sales. (León et al., 2017).

Por otro lado, los áridos gruesos se definen como materiales que no pueden pasar a través de un tamiz con un orificio de 4,75 mm y por tanto quedan atrapados por éste. Se incorporan grava, piedra triturada y roca triturada al hormigón para mejorar su resistencia y vida útil, y sirven como componentes estructurales principales. Los agregados gruesos suelen tener diámetros que oscilan entre 4,75 mm y 50 mm; sin embargo, se pueden emplear tamaños más grandes para ciertos usos. La forma, consistencia y granulometría de estos conglomerados son determinantes cruciales que impactan la flexibilidad, integridad estructural y durabilidad del concreto. (Cano Salazar, 2017)

Además, los agregados se pueden clasificar aún más según ciertas dimensiones, además de las clasificaciones primarias mencionadas anteriormente. Al considerar agregados finos, es factible diferenciar entre varias categorías según el tamaño de partícula. La arena gruesa está formada por partículas. (León et al., 2017).

La optimización de las cualidades del hormigón o mortero, como su facilidad de trabajo, su capacidad para soportar fuerzas y su capacidad de perdurar en el tiempo, pasa por elegir y combinar cuidadosamente los áridos, teniendo en cuenta su tamaño. Siguiendo estrictamente las especificaciones exactas de cada proyecto de construcción, es posible lograr un rendimiento óptimo de los materiales, asegurando así la construcción de estructuras robustas y duraderas.

Propiedades de Agregados



Los áridos, imprescindibles en la producción de hormigones y morteros, presentan numerosas características que influyen significativamente en las propiedades finales de estos materiales. Los agregados poseen varios atributos críticos, incluidas sus dimensiones, configuración, condición de la superficie, compacidad, capacidad para absorber agua y capacidad para resistir la rotura (León et al., 2017).

El tamaño de los áridos afecta a la manejabilidad y compacidad del hormigón. La arena, una sustancia granular, se utiliza para ocupar los huecos entre partículas más grandes, mejorando así la cohesión general de la mezcla. La grava, una sustancia rugosa y gruesa, es esencial para establecer la estructura básica del hormigón y mejorar su durabilidad y robustez generales. Para optimizar estas características y evitar la separación en la mezcla, es fundamental tener una distribución equilibrada de tamaños de partículas, lo que se denomina gradación. (Cano Salazar, 2017)

Los agregados pueden exhibir muchas formas, como angulares, esféricas, cúbicas o alargadas, y la textura de su superficie puede variar de lisa a rugosa. Las partículas angulares y gruesas tienen una mayor tendencia a adherirse a la pasta cementosa, lo que resulta en la creación de concreto más duradero y menos propenso a sufrir daños. Sin embargo, también pueden reducir la efectividad de la combinación, haciendo que sea más difícil de posicionar y lograr. Sin embargo, la incorporación de áridos redondeados y lisos al hormigón mejora su trabajabilidad, aunque a costa de su resistencia (León et al., 2017).

Es crucial priorizar la evaluación de la densidad y gravedad específica de los áridos. Se utilizan grupos concentrados de minerales densos para producir hormigón de alta densidad, lo que resulta especialmente beneficioso en condiciones que requieren protección contra la radiación. La absorción de agua de los agregados, comúnmente conocida. (León et al., 2017).

La durabilidad de los agregados, definida como su resistencia a la fragmentación y al desgaste, es un atributo crítico que impacta directamente en la longevidad del concreto cuando se expone a fuerzas mecánicas y condiciones climáticas adversas. Los áridos

deben tener la dureza y resistencia adecuadas para soportar las presiones de aplastamiento, así como durante toda su existencia (León et al., 2017).

Determinan las características generales y la eficacia del hormigón y el mortero. Es fundamental seleccionar y mezclar cuidadosamente estos áridos, considerando sus propiedades, para generar una combinación óptima que cumpla con los requisitos. (León et al., 2017).

2.2.6 Propiedades del concreto

Las características del concreto se clasifican en propiedades físicas, mecánicas y químicas, todas las cuales impactan significativamente el rendimiento y la longevidad del material en su aplicación final. (Freire Paredes, 2024)

Las cualidades físicas.

El hormigón posee características físicas distintas, como densidad, porosidad y absorción de agua. La densidad del hormigón depende de los componentes empleados en su amalgama y tiene un impacto directo en su masa y resistencia. El hormigón de alta densidad demuestra mayor peso y mayor resistencia estructural. La porosidad es la medida del número de poros del hormigón, lo que afecta directamente su capacidad para absorber agua. (Barrientos-Monsalve, 2020)

Características mecánicas

Además, el módulo de elasticidad cuantifica la rigidez del hormigón y su capacidad de sufrir deformación cuando se le somete a una fuerza, impactando así su respuesta a cargas cíclicas y su resistencia a la deformación permanente. (Cano Salazar, 2017)

Propiedades químicas.

Las propiedades químicas del hormigón están determinadas por las interacciones entre sus componentes y el entorno que lo rodea, así como por las sustancias químicas con las que entra en contacto. La durabilidad química del hormigón se evalúa midiendo su capacidad para resistir los efectos corrosivos de sulfatos, ácidos y otras sustancias altamente reactivas. Agregar álcalis al cemento puede provocar interacciones dañinas con

los álcalis que se encuentran en los agregados, lo que puede conducir al desarrollo de una reacción álcali-agregado (AAR). Esta reacción química tiene la capacidad de provocar la expansión del hormigón, lo que da lugar a la creación de grietas. Teniendo en cuenta la posibilidad de que la corrosión socave la integridad estructural del hormigón armado, es imperativo considerar la resistencia a la corrosión del refuerzo incrustado en el hormigón. (Cano Salazar, 2017)

Propiedades termo físicas

Además, las propiedades termo físicas del hormigón, incluidas la conductividad térmica y la capacidad térmica, desempeñan un papel crucial en situaciones en las que el hormigón está sujeto a fluctuaciones sustanciales de temperatura. Un hormigón con alta conductividad térmica tiene la capacidad de transmitir calor de manera eficiente, lo que puede tener efectos beneficiosos o perjudiciales según su aplicación específica. La capacidad térmica del hormigón, a menudo conocida como capacidad de almacenamiento de calor, influye en su respuesta a fluctuaciones bruscas de temperatura y en su eficiencia energética en la construcción. (Calderon Lopez, 2022)

Comprender las características del hormigón es crucial para su utilización precisa en las tareas de construcción. Las cualidades físicas, mecánicas, químicas y termofísicas de un material determinan su rendimiento final y su idoneidad para diversas aplicaciones. Los ingenieros y constructores deben tener en cuenta todas estas características al planificar y especificar mezclas de hormigón para garantizar la durabilidad y estabilidad de las estructuras, ajustándose a las condiciones climáticas particulares y a las especificaciones del proyecto. (Cano Salazar, 2017)

Durabilidad

La durabilidad del hormigón es una característica vital y muy buscada en la construcción de mecánicas durante un largo período de tiempo, incluso cuando se expone a diversas condiciones climáticas y químicas. Para garantizar durabilidad y funcionalidad



óptima, una estructura de hormigón debe tener la capacidad de resistir ataques físicos y químicos sin requerir reparaciones periódicas.(Apaza Quispe, 2022)

Los componentes utilizados en la mezcla, como cemento, agregados y aditivos, deben exhibir una calidad excepcional y ser meticulosamente seleccionados para resistir los desafíos específicos que presenta el medio ambiente. El diseño de la mezcla debe priorizar el logro de una baja permeabilidad para evitar la intrusión de agua y sustancias corrosivas, que pueden provocar su degradación. Cumplir con los requisitos de construcción, que implican un curado adecuado y una colocación precisa del hormigón, es fundamental para evitar defectos que puedan comprometer la durabilidad del proyecto. Diversas condiciones ambientales, como la congelación y descongelación repetidas, la presencia de sulfatos y cloruros y la abrasión, afectan significativamente la calidad duradera del hormigón.(Polo & Arce, 2022)

El hormigón es propenso a sufrir varios tipos de deterioro, los cuales están influenciados por las circunstancias ambientales en las que se encuentra. La carbonatación es un proceso químico común en el que el dióxido de carbono del aire reacciona con el hidróxido de calcio del hormigón. Esta reacción química da como resultado una disminución del nivel de pH, lo que finalmente provoca la corrosión del refuerzo de acero. La reacción álcali-agregado (AAR) es un proceso químico notable en el que los álcalis incluidos en el cemento interactúan con agregados particulares, lo que provoca el agrandamiento y la rotura del hormigón. Los cloruros, especialmente en ambientes marinos o en construcciones expuestas a sales de deshielo, pueden causar rápidamente corrosión del refuerzo. (Polo & Arce, 2022)

Se utilizan múltiples metodologías durante todas las fases de diseño, construcción y mantenimiento para aumentar la durabilidad del concreto. Para mejorar la resistencia frente a ataques químicos, es beneficioso utilizar cementos que tengan una reactividad mínima a los sulfatos e incluyan componentes puzolánicos como cenizas volantes o escorias de alto horno. Al incorporar productos químicos hidrófobos, la permeabilidad del hormigón disminuye, inhibiendo así la infiltración de moléculas perjudiciales. Seguir los

procedimientos de curado adecuados es esencial para mejorar tanto la durabilidad como la vida útil. Además, la utilización de recubrimientos protectores y la implementación diligente de un mantenimiento de rutina, que incluye inspecciones y reparaciones rápidas, son esenciales para prolongar la durabilidad del concreto. (Polo & Arce, 2022)

La evaluación de la durabilidad del hormigón implica realizar pruebas en condiciones controladas de laboratorio, así como en condiciones de campo del mundo real. Al someter el hormigón a sulfatos y cloruros en pruebas de laboratorio aceleradas, se puede evaluar rápidamente su resistencia a estos compuestos. Los ensayos de permeabilidad, porosidad y absorción de agua son cruciales para evaluar la capacidad del hormigón para resistir la penetración de líquidos y gases. Las técnicas tradicionales empleadas para evaluar la calidad del concreto y predecir su desempeño a largo plazo en escenarios prácticos abarcan el examen visual, la medición de la profundidad de carbonatación y el análisis del contenido de cloruro. (Polo & Arce, 2022)

La durabilidad del hormigón es un atributo esencial que asegura el funcionamiento duradero y eficaz de las estructuras. A través de la cuidadosa selección de materiales, la formulación exacta de mezclas de concreto y la implementación de prácticas apropiadas de construcción y mantenimiento, es posible desarrollar estructuras de concreto que puedan resistir desafíos ambientales y químicos durante largos períodos de tiempo. La inspección periódica y el mantenimiento proactivo son igualmente esenciales.

Trabajabilidad

Esta función es esencial para garantizar la mezcla, el transporte, el posicionamiento y la compresión eficientes del hormigón, garantizando así una construcción consistente y duradera. (Contreras García, 2022)

Distribuido uniformemente y llenar completamente el encofrado sin comprometer su coherencia o desintegración.

Clasificación y tamaño del árido: La utilización de áridos de alta calidad y tamaño uniforme mejora la facilidad de manipulación de la mezcla, mientras que áridos de mayor

tamaño pueden suponer una mayor dificultad en su manejo. La trabajabilidad está influenciada por la forma y textura de los agregados. Los agregados esféricos mejoran la trabajabilidad en comparación con los angulares. (Polo & Arce, 2022)

Se emplean aditivos, como plastificantes y superplastificantes, para mejorar la manipulabilidad de una sustancia sin necesidad de aumentar la cantidad de agua presente. Estas adiciones mejoran la trabajabilidad del concreto, haciéndolo más viscoso y manejable, preservando al mismo tiempo su resistencia y durabilidad. (Contreras García, 2022)

Influyen en la capacidad de trabajo del hormigón. El hormigón en zonas más cálidas sufre un secado acelerado, lo que provoca una disminución de su trabajabilidad.

Antes de aplicar hormigón en la obra, es fundamental evaluar la trabajabilidad del material para asegurar su calidad. Las principales técnicas para evaluar la trabajabilidad comprenden:

La mezcla de hormigón, ejercer presión para comprimirlo y posteriormente retirar el cono para medir la disminución de altura de la mezcla. Existe una correlación directa entre un aumento de la sedimentación y una mejora de la trabajabilidad. (Polo & Arce, 2022)

Esta prueba evalúa la densidad del hormigón recién combinado sumergiéndolo en un recipiente y comparando su masa con la masa del hormigón completamente comprimido. Es beneficioso para el hormigón que tiene una capacidad limitada para trabajar con facilidad. (Polo & Arce, 2022)

La prueba Vebe, también conocida como prueba de consistencia Vebe, se utiliza frecuentemente para evaluar la trabajabilidad del hormigón con poca fluidez. Esta prueba evalúa el tiempo requerido para lograr un nivel específico de consolidación para una cantidad determinada de concreto.

La trabajabilidad del hormigón es crucial para garantizar la excelencia y la durabilidad de las construcciones de hormigón. La trabajabilidad mejorada mejora la facilidad de envío, colocación y compactación del concreto, minimizando así la probabilidad de huecos y segregación en la mezcla. Esto garantiza una óptima adherencia entre el

hormigón y las armaduras, así como una dispersión homogénea de los áridos, dando lugar a una estructura más robusta y duradera. (Polo & Arce, 2022)

Además, la viabilidad de los materiales tiene un impacto directo en la eficiencia general de los proyectos de construcción. Mejorar la trabajabilidad de una mezcla de concreto permite un flujo de trabajo más efectivo y eficiente, lo que resulta en gastos reducidos y duraciones más cortas para los proyectos de construcción. Además, mejora la seguridad laboral al reducir el esfuerzo físico necesario para manipular la combinación.

La trabajabilidad del hormigón es una característica vital que influye directamente en la calidad, longevidad y eficacia de las construcciones. Seleccionando cuidadosamente la combinación correcta de ingredientes, incorporando aditivos y teniendo en cuenta las condiciones ambientales actuales, es posible crear una mezcla de concreto que tenga el nivel ideal de trabajabilidad. La medición y el control precisos de esta característica garantizan una manipulación y colocación efectiva del hormigón, lo que conduce a la construcción de edificios seguros y duraderos. (Polo & Arce, 2022)

Resistencia a la compresión

Capacidad de las estructuras de hormigón para soportar fuerzas de compresión, que sirven como cargas primarias en diversos componentes estructurales como columnas, vigas y losas. (Boyer Bocanegra, 2022)

La resistencia a la compresión del hormigón se mide comúnmente en megapascales (MPa) o kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²). Un examen estandarizado implica someter una muestra específica, generalmente en forma de cilindro o cubo, a una fuerza que aumenta progresivamente hasta que se rompe. La resistencia a la compresión del hormigón se considera el nivel de resistencia más alto documentado.

La importancia de esta característica reside en su influencia inmediata sobre la seguridad y longevidad de las estructuras. su capacidad para soportar presiones sostenidas, incluidas cargas durante el uso, condiciones climáticas desfavorables y diversos elementos ambientales. (Polo & Arce, 2022)



La elección y el calibre de los componentes, como cemento, agregados y aditivos, utilizados en la mezcla tienen un impacto sustancial en la resistencia última. Los agregados óptimos y excelentes mejoran la resistencia eléctrica. (Freire Paredes, 2024)

Por lo general, las pruebas tradicionales se realizan alrededor de los 28 días, aunque el concreto continúa aumentando su resistencia más allá de este período de tiempo. (Polo Lopez & Arce Flores, 2022)

Se emplean pruebas estandarizadas para determinar la resistencia a la compresión del hormigón, garantizando resultados consistentes y comparables. Las técnicas predominantes abarcan:

Una prueba de compresión de cilindros se realiza utilizando cilindros de hormigón que tienen un diámetro estandarizado de 150 mm y una altura de 300 mm. Los cilindros se someten a un curado controlado y luego se exponen a cargas axiales en una máquina de prueba hasta que están próximos a fallar. (Polo Lopez & Arce Flores, 2022)

La prueba de compresión del cubo es un proceso similar a la prueba del cilindro, pero implica el uso de cubos de hormigón que suelen tener unas dimensiones de 150 mm de cada lado. Este enfoque prevalece en países específicos debido a la facilidad para dar forma y manipular cubos. (Polo Lopez & Arce Flores, 2022)

La resistencia a la compresión del hormigón es un factor crucial en el diseño y construcción de construcciones. Las normas de diseño estructural dependen de la resistencia del hormigón para garantizar que los elementos puedan soportar las cargas esperadas. Al construir estructuras a gran escala, como edificios y puentes, así como otras infraestructuras críticas, es fundamental emplear hormigón de alta resistencia para garantizar la seguridad y la estabilidad a largo plazo. (Polo Lopez & Arce Flores, 2022)

Además, la resistencia a la compresión del hormigón tiene un impacto significativo en varios elementos de su desempeño, incluida su longevidad, resistencia a la abrasión y exposición química y resiliencia en condiciones climáticas desfavorables.

2.2.7 *Diseño de mezcla*

El objetivo es crear un material que cumpla requisitos específicos en términos de resistencia, longevidad y facilidad de uso. Esta técnica es fundamental para garantizar que el hormigón producido tenga las cualidades físicas y mecánicas necesarias para soportar las cargas y condiciones ambientales que encontrará. (Polo Lopez & Arce Flores, 2022)

El proceso de diseño de mezclas de concreto se basa en el principio de lograr una mezcla que sea rentable, fácil de usar y que posea la resistencia necesaria para la aplicación prevista. Priorizar el establecimiento de especificaciones de proyecto precisas y completas, que abarquen factores esenciales como resistencia a la compresión, durabilidad, trabajabilidad y cualquier otro atributo específico que pueda ser requerido, como resistencia a la congelación y descongelación o resistencia a productos químicos. Los parámetros dependen de los atributos de la estructura y de las condiciones ambientales circundantes bajo las cuales se empleará el concreto. (Polo Lopez & Arce Flores, 2022)

El método ACI (American Concrete Institute) es un enfoque ampliamente utilizado para formular mezclas de hormigón. Ofrece un conjunto sistemático de pasos para determinar las proporciones de los componentes mezclados. El procedimiento comienza eligiendo la resistencia adecuada del hormigón, generalmente denominada resistencia a la compresión deseada después de 28 días de curado. Posteriormente se elige el tamaño óptimo de árido, lo que repercute directamente en la trabajabilidad y resistencia del hormigón. (Polo Lopez & Arce Flores, 2022)

Posteriormente se calcula la proporción de partículas finas y gruesas. La disposición y proporción de estos grupos impactan la densidad, maniobrabilidad y resistencia del concreto. Para optimizar la densidad del hormigón, es imperativo elegir y mezclar cuidadosamente los agregados, con el objetivo de minimizar la aparición de huecos.

Básicamente, el hormigón se puede mejorar incorporando diferentes productos químicos para mejorar cualidades específicas. Los plastificantes pueden mejorar la



trabajabilidad del hormigón sin necesidad de añadir más agua. Además, ciertos aditivos tienen la capacidad de acelerar o desacelerar el proceso de fraguado del hormigón. Es fundamental tener precaución al seleccionar y establecer la dosis de estos aditivos para evitar cualquier impacto adverso sobre las demás propiedades del hormigón. (Polo Lopez & Arce Flores, 2022)

En resumen, el diseño de una mezcla de concreto es un procedimiento complejo que requiere un equilibrio meticuloso de numerosos elementos para crear una sustancia que satisfaga estándares técnicos y de desempeño precisos. La asignación precisa de los componentes y la comprensión de su interacción son cruciales para crear un hormigón excelente que sea apropiado para su uso particular. Esta tecnología garantiza la resiliencia y la calidad duradera del hormigón, al mismo tiempo que maximiza la utilización de recursos y minimiza los gastos, mejorando así la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos de construcción. (Polo Lopez & Arce Flores, 2022)

2.3 Marco conceptual

- a. Agregados: Los agregados se refieren a sustancias minúsculas y granulares como arena, grava y piedra triturada. Estos compuestos se mezclan con un agente aglutinante, como cemento o asfalto, para formar hormigón o asfalto. Los componentes antes mencionados constituyen la mayor parte del volumen del hormigón. (Buertey et al., 2018).
- b. Ceniza de carbón: Las cenizas volantes son un material muy triturado, compuesto principalmente de sílice, que se genera a partir de la combustión de carbón finamente pulverizado en una caldera. Las cenizas de fondo consisten en partículas de ceniza grandes y ásperas que no pueden ascender por las chimeneas y se acumulan en la base del horno de carbón. El enfriamiento con agua se emplea para transformar las escorias de caldera, las cenizas de fondo fundidas y las escorias de



los hornos ciclónicos en gránulos que presentan un aspecto liso y vidrioso. (EPA, 2023)

- c.** Concreto: Es un material compuesto formado por cemento, agua, áridos (como arena y grava) y ocasionalmente aditivos. Cuando estos componentes se mezclan, sufren una reacción química que hace que la sustancia se endurezca gradualmente, culminando en la creación de un material resistente y duradero. Este material se utiliza ampliamente en la construcción de diversas estructuras, como edificios, puentes y carreteras, debido a su excepcional resistencia a la compresión y versatilidad. (Guerrero, 2022).

- d.** Resistencia a compresión: es la capacidad de un material para resistir fuerzas externas que intentan reducir su tamaño. La tensión de rotura se refiere al nivel máximo de tensión que un material puede soportar antes de fallar. Es un aspecto esencial en ingeniería y construcción, ya que indica la capacidad de un material, como el hormigón, para soportar fuerzas de compresión sin fracturarse ni deformarse. (Espinoza, 2019).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de la investigación abarca la Compilación, la síntesis y la interpretación sistemáticos y rigurosos de datos mediante métodos, enfoques e instrumentos específicos. Su finalidad es abordar preguntas de investigación específicas y alcanzar los objetivos de un estudio. El proceso implica la elección intencionada de un diseño de investigación, que puede ser cualitativo, cuantitativo o una mezcla de ambos. Además, requiere la elección meticulosa de una muestra y la aplicación de diversas técnicas de recogida de datos, como encuestas, entrevistas u observaciones. Además, los datos recogidos se someten a síntesis y, a continuación, se evalúan las conclusiones. Es de vital importancia garantizar que la técnica sea completa, reproducible y válida (Guadalupe & Concepción, 2020).

3.1 Diseño de la investigación

La metodología de investigación es el proceso sistemático y riguroso de recogida, síntesis y comprensión de datos mediante enfoques, metodologías y herramientas predeterminados. El objetivo principal de un estudio es investigar y dar respuesta a preguntas de investigación específicas, al tiempo que se alcanzan los objetivos previstos. El proceso implica la elección intencionada de un diseño de investigación, que puede ser cualitativo, cuantitativo o un híbrido de ambos. Además, requiere la elección meticulosa de

una muestra y la aplicación de varias técnicas de recogida de datos, como encuestas, entrevistas u observaciones. Además, los datos recogidos se someten a síntesis y, a continuación, se evalúan las conclusiones resultantes. Es muy importante garantizar que la técnica sea completa, reproducible y fiable. (Alfonso et al., 2020).

El estudio presente será del tipo experimental por que se lleva a cabo mediante ensayos en laboratorio, por ende, uno de los objetivos de este estudio vendrá a ser la experimentación de la adición de ceniza de carbón mineral y sus posteriores efectos sobre las propiedades del concreto convencional elaborados en la zona.

3.2 Método de la investigación

Esta metodología puede clasificarse en tres enfoques principales: cualitativo, cuantitativo o una combinación de ambos. El enfoque cualitativo pretende comprender acontecimientos intrincados y subjetivos mediante la utilización de técnicas como entrevistas y observaciones. El enfoque cuantitativo, por su parte, se centra en la cuantificación y el examen estadístico de variables mediante encuestas y experimentos. El enfoque híbrido combina elementos de los enfoques cualitativo y cuantitativo para utilizar sus puntos fuertes complementarios. La metodología de investigación guía todo el proceso, empezando por el desarrollo de hipótesis y terminando con el síntesis de los resultados (Medina et al., 2023).

Al momento de realizar este estudio de investigación se procederá a usar un método **aplicado**, ya que tendremos en cuenta los análisis estadísticos para así poder examinar las relaciones de las variables, siendo nuestra prioridad analizar el cómo influye la ceniza de carbón mineral sobre las propiedades de un concreto convencional.



3.3 Nivel y tipo de investigación

3.3.1 Tipo de la investigación

Sin una rápida implementación práctica, mientras que la investigación aplicada utiliza el conocimiento científico actual para idear soluciones eficientes y prácticas que abordan requisitos específicos en diversos dominios, como la tecnología, la salud, la educación y la industria. Esta investigación es crucial para el avance y la innovación de diversas industrias, ya que transforma ideas y descubrimientos en aplicaciones tangibles que mejoran la vida cotidiana y el funcionamiento de organizaciones y sistemas. (Alfonso et al., 2020)

Tanto en el ámbito ambiental como en la integración ceniza de carbón mineral. El objetivo es asegurar que esta incorporación no comprometa la muestra inicial o convencional.

3.3.2 Nivel de la investigación

El nivel explicativo de la investigación se centra en comprender las razones fundamentales y las consecuencias resultantes de un acontecimiento concreto. El nivel explicativo de la investigación se ocupa principalmente de descubrir relaciones causales entre variables, lo que lo diferencia de otros niveles como el descriptivo o el exploratorio. Se trata de realizar experimentos y estudios para determinar los factores que contribuyen a un acontecimiento y las relaciones entre distintas variables. Este tipo de investigación no sólo ofrece explicaciones de los acontecimientos, sino que también trata de aclarar las razones y los mecanismos que hay detrás de ellos, mejorando así la comprensión y el rigor en el examen de los fenómenos estudiados. (Lynch, 2020)

Para nuestro estudio el nivel de investigación se catalogará como explicativo, porque entre sus objetivos principales se encuentra comprender mejor manera el comportamiento del concreto con la adición de ceniza de carbón.

3.4 Población y muestra de la investigación

3.4.1 Población

La población es el conjunto definido de personas de las que se recogen datos y se utilizan para extraer conclusiones en un estudio de investigación. La población puede clasificarse como finita o infinita, en función de las circunstancias particulares. Por ejemplo, una población finita se refiere al número total de alumnos de una escuela, mientras que una población ilimitada se refiere al grupo completo de clientes potenciales de un producto en un país (Iglesias, 2021).

Nuestro estudio tendrá por población todas las construcciones elaboradas con un concreto convencional ubicadas en el distrito de San Miguel.

3.4.2 Muestra

En el ámbito de la investigación, una muestra denota un segmento o subconjunto representativo de una población más amplia que se elige para su examen y análisis. El objetivo de esta selección es simplificar el proceso de inferir o utilizar los datos recogidos de la muestra para representar a la población completa. Es esencial actuar con cautela al seleccionar una muestra para asegurarse de que representa adecuadamente a la población de interés y permite extrapolar de forma fiable los datos recogidos.

Nuestras muestras de investigación serán los testigos elaborados y como también las muestras a las que someteremos a diferentes ensayos.

Tabla 2

cantidad de testigos creados para el estudio de resistencia a compresión

Días	Testigos (cilíndricas)				Total
	MP	M+5% CCM	M+7% CCM	M+10% CCM	
7	5	5	5	5	30
14	5	5	5	5	30
28	5	5	5	5	30

TOTAL	15	15	15	15	90
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Nota: CCM (ceniza de carbón mineral)

Tabla 3

cantidad de testigos creados para el estudio de resistencia a flexión

Días	Testigos (rectangulares)				Total
	MP	M+5% CCM	M+7% CCM	M+10% CCM	
7	5	5	5	5	30
14	5	5	5	5	30
28	5	5	5	5	30
TOTAL	15	15	15	15	90

Nota: CCM (ceniza de carbón mineral)

3.5 Técnicas e instrumentos

3.5.1 Técnicas

- Observación detallada.
- Ensayos en laboratorio.
- Síntesis minucioso.

3.5.2 Instrumentos

- Equipos y herramientas especializadas de laboratorio.
- Documentación técnica.

3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación de los instrumentos

La validación de instrumentos es la evaluación y verificación sistemáticas de un instrumento de medida o herramienta de investigación para garantizar su precisión y



coherencia a la hora de medir una determinada cantidad o característica. (Medina et al., 2023).

3.6.2 Confiabilidad de instrumentos

La fiabilidad de los instrumentos se refiere al grado de fiabilidad y coherencia que muestra un instrumento de medición o una herramienta de investigación a la hora de generar resultados coherentes en varios casos y en condiciones comparables. La fiabilidad se refiere a la precisión y uniformidad de los resultados obtenidos con el equipo. La evaluación implica la aplicación de varios enfoques estadísticos, como los coeficientes de correlación, el síntesis de la coherencia interna (por ejemplo, el coeficiente alfa de Cronbach) y las pruebas de fiabilidad test-retest.

Un instrumento fiable es aquel que, cuando se utiliza sistemáticamente en las mismas condiciones con una muestra similar, arroja resultados coherentes sin desviaciones significativas. La fiabilidad es un factor esencial en la investigación, ya que garantiza que los resultados obtenidos son coherentes y pueden atribuirse a las cualidades de la muestra, más que a cualquier fallo del instrumento utilizado (Medina et al., 2023).

3.7 Procedimiento de recolección de datos

La Compilación de datos es una etapa esencial en cualquier investigación, que implica la Compilación metódica y organizada de la información necesaria para abordar las consultas de investigación y lograr los objetivos del estudio. Para garantizar la exactitud y confiabilidad de los datos recopilados, es imperativo organizar y llevar a cabo el enfoque cuidadosamente, asegurando que sea representativo y preciso.

La etapa inicial del proceso de Compilación de datos implica delimitar con precisión las características específicas de la información solicitada y determinar sus fuentes. Esto implica la identificación de fuentes de datos tanto primarias como secundarias. Los datos



primarios se refieren a datos externos, como documentos oficiales, informes, bases de datos e investigaciones anteriores.

Después de identificar las fuentes de datos, es fundamental elegir los métodos más adecuados para recopilarlos. La selección de técnicas debe ser adecuada para los datos específicos que se buscan y debe alinearse con los recursos y limitaciones existentes del proyecto. Las encuestas y los cuestionarios suelen utilizarse como técnicas para recopilar datos cuantitativos, pero las entrevistas y las observaciones son más adecuadas para obtener datos cualitativos. Cada metodología tiene su propio conjunto de ventajas e inconvenientes. La selección de un método debe realizarse después de evaluar cuidadosamente las características del tema de investigación y los problemas específicos que pretende abordar.

Una vez elegidos los métodos de recolección, se desarrollan los instrumentos esenciales, que incluyen cuestionarios, guías de entrevista y listas de verificación. Estos dispositivos deben construirse meticulosamente para proporcionar claridad, precisión y registro imparcial de la información necesaria. Se recomienda realizar pruebas piloto del equipo para detectar cualquier problema potencial y realizar las modificaciones necesarias antes de la implementación formal.

3.7.1 Procedimiento y recolección de información

Obtención de información

La Compilación de información es una etapa esencial en cualquier investigación, ya que implica obtener los datos y conocimientos necesarios para comprender y analizar un fenómeno, resolver un problema o investigar un tema determinado. Este enfoque requiere una planificación meticulosa y exhaustiva, la selección de fuentes apropiadas y el uso de procedimientos efectivos para garantizar que el material recopilado sea relevante, preciso y suficiente para lograr los objetivos del estudio.



Para comenzar el proceso de obtención de información, es fundamental seleccionar primero las fuentes de datos que se utilizarán. Las fuentes se pueden clasificar en primarias o secundarias. Las fuentes primarias son datos no procesados obtenidos directamente de los seres humanos o del entorno inmediato. Los datos comúnmente se recopilan mediante la administración de encuestas, la realización de entrevistas, la realización de observaciones y la realización de experimentos. Las fuentes secundarias se refieren a información que ha sido previamente recopilada y compartida por otros académicos, como libros, artículos académicos, informes oficiales y bases de datos. La elección de las fuentes apropiadas depende de los atributos específicos del estudio y de las preguntas de investigación que se formulan.

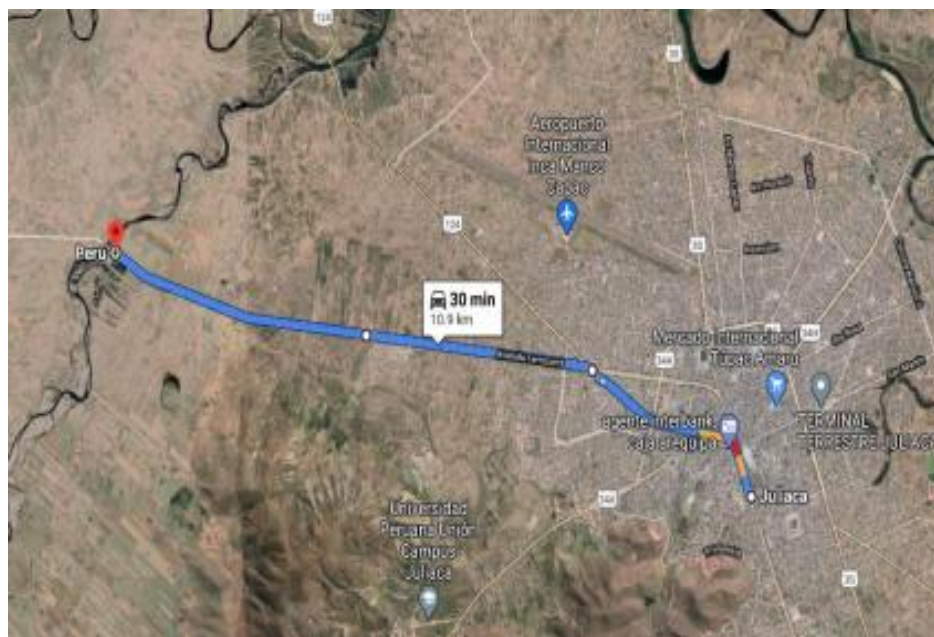
Una vez identificadas las fuentes de datos, es crucial elegir los métodos más apropiados para recopilar información. Los métodos de investigación cualitativa, como la realización de entrevistas en profundidad, la organización de grupos focales y la realización de observaciones etnográficas, son instrumentos eficaces para explorar y comprender los puntos de vista, comportamientos y experiencias de los individuos. Por el contrario, se utilizan procedimientos cuantitativos, como encuestas sistemáticas y experimentos controlados, para recopilar datos que pueden cuantificarse y examinarse estadísticamente. En estudios de investigación específicos, se puede utilizar una técnica híbrida para combinar enfoques cualitativos y cuantitativos, lo que permite una comprensión profunda del tema que se está estudiando.

Agregado de la cantera isla

La obtención de las muestras utilizadas en los ensayos y procesos de elaboración se llevó a cabo en la cantera Isla, situada a una distancia de 10.90 kilómetros al sureste de la ciudad de Juliaca.

Figura 2

Lugar en el que se encuentra la cantera



Ceniza de carbón mineral

La combustión del carbón genera cenizas de carbón como subproducto. El carbón es un combustible fósil basado en el carbono que se quema en condiciones reguladas, como las calderas de las centrales eléctricas, para producir energía térmica.

El carbón se somete al proceso de combustión cuando reacciona con el oxígeno, lo que da lugar a la producción de energía térmica. Esta energía se utiliza para elevar la temperatura del agua y producir vapor. Posteriormente, el vapor se utiliza para propulsar turbinas que están conectadas a generadores eléctricos, generando así energía eléctrica.

Emissiones de gases y partículas: La combustión del carbón provoca la liberación de gases y partículas finas, compuestas por minerales inorgánicos y componentes incombustibles que se encuentran en el carbón.

Captura de cenizas: Antes de verter los gases de combustión a la atmósfera, las partículas sólidas, como las cenizas, se capturan mediante la utilización de sistemas de



filtrado y otros equipos especializados diseñados para regular las emisiones. El objetivo de este enfoque es mitigar la dispersión de partículas diminutas que tienen el potencial de contaminar la atmósfera, contribuyendo así a la reducción de la contaminación ambiental.

Las cenizas de carbón pueden clasificarse en dos formas principales: cenizas volantes y cenizas de fondo. Las cenizas volantes son un material residual finamente dividido que se obtiene tras el filtrado, mientras que las cenizas de fondo son un residuo más grueso que se acumula en el fondo de la caldera.

Almacenamiento y gestión de las cenizas: Las cenizas recogidas se conservan y manipulan de forma adecuada. En ocasiones, la ceniza se utiliza directamente por diversos motivos, como la construcción, la producción de materiales de construcción o como complemento del suelo en la agricultura. Alternativamente, las cenizas se eliminan adecuadamente en vertederos regulados.

Las cenizas de carbón son un subproducto generado a partir de la combustión de carbón en entornos industriales. Recoger y controlar eficazmente estas cenizas es crucial para reducir las emisiones contaminantes y maximizar su utilidad en muchas aplicaciones.

3.7.2 Ensayos en laboratorio

- a. Síntesis de contenido de humedad:** Realizar esta investigación es esencial en múltiples dominios, como la agricultura, la industria alimentaria y la ingeniería de materiales, ya que el contenido de humedad puede afectar en gran medida las características y la eficacia de la sustancia.

La síntesis del contenido de humedad normalmente implica someter la muestra a una temperatura y duración de secado meticulosamente controladas para eliminar totalmente todo el contenido de agua. La muestra se pesa antes y después de la desecación para determinar la cantidad de agua que se ha vaporizado, permitiendo así calcular el contenido de humedad como porcentaje. El síntesis se realiza de

acuerdo con estándares y técnicas establecidos para garantizar la precisión y replicabilidad de los hallazgos.

Figura 3

Granulometría ensayo



b. Ensayo de síntesis granulométrico: La prueba de síntesis granulométrico es un método empleado para determinar la distribución del tamaño de las partículas en una muestra de suelo, agregados u otro material granular. Este conocimiento es de suma importancia en los campos de la ingeniería civil, la ingeniería geotécnica y la industria de la construcción. Tiene un impacto directo en propiedades cruciales del material, como su resistencia, compacidad y permeabilidad. La prueba se realiza separando las partículas según su tamaño utilizando una secuencia de tamices de malla con diferentes aperturas. La muestra se coloca en el tamiz superior y posteriormente se expone a agitación, ya sea mediante métodos automatizados o manuales, durante un tiempo predeterminado para segregar las partículas. Posteriormente se mide la sustancia restante en cada tamiz para determinar la proporción de material que atraviesa con éxito cada tamiz. Los datos se representan visualmente como una curva granulométrica, que ilustra la distribución proporcional de las partículas en función de

su tamaño. Esto le permite determinar si la muestra está categorizada con precisión, es consistente o muestra una distribución de tamaño particular. La prueba de síntesis granulométrico se realiza de acuerdo con normas y metodologías particulares para garantizar la confiabilidad y precisión de los resultados.

- c. **Pesos unitarios y absorción:** El peso unitario y la absorción son propiedades esenciales de los materiales de construcción, especialmente en el contexto de los agregados y el hormigón.

Figura 4

Desmoldeo de briquetas



Durante el proceso de diseño de la mezcla, se tienen en cuenta varios aspectos cruciales, como la resistencia deseada, las condiciones ambientales (como la resistencia a la congelación y descongelación y los sulfatos) y las circunstancias para colocar y curar la mezcla. Se emplean protocolos y criterios estandarizados para modificar las proporciones de los componentes de una mezcla con el fin de lograr las características específicas buscadas en el hormigón o mortero.

El método implica realizar pruebas de laboratorio para evaluar y modificar la combinación antes de su aplicación en campo. Una mezcla óptimamente formulada garantiza que el hormigón o mortero posea la fluidez adecuada, se coloque y compacte

fácilmente y ofrezca un rendimiento duradero en términos de solidez estructural y durabilidad.

- d. Asentamiento.** El asentamiento, en el contexto del concreto, se refiere a la deformación vertical que ocurre cuando se vierte una mezcla de concreto fresco o cuando se le aplica una carga. En la disciplina de la geotecnia, esta frase se utiliza para referirse al hundimiento o compresión de suelos provocado por la aplicación de una carga.

El asentamiento del concreto se calcula midiendo el desplazamiento vertical entre el vértice del cono de concreto recién vertido y el nivel inicial de la base del cono después de su extracción. La importancia de esta medición reside en su capacidad para evaluar la trabajabilidad del hormigón, lo que se relaciona con su facilidad de vertido, compactación y manipulación.

El asentamiento es un factor crítico en el control de calidad del concreto ya que tiene un impacto directo en la resistencia última y la longevidad del producto. Garantizar la uniformidad adecuada del hormigón es crucial para su capacidad de soportar cargas aplicadas y condiciones climáticas. La disminución del volumen del hormigón está directamente relacionada con su nivel de consistencia y densidad.

- e. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.** Específicamente su capacidad para resistir cargas que lo comprimen. Más precisamente, denota el mayor grado de estrés que una sustancia puede soportar antes de experimentar falla debido a la compresión.

Figura 5

Muestras sometidas a compresión



Esta propiedad es fundamental en el campo del diseño estructural y la evaluación de la calidad del hormigón, ya que impacta directamente en la capacidad de las estructuras para soportar cargas y soportar fuerzas externas durante toda su vida operativa. Una resistencia a la compresión suficiente garantiza que el hormigón cumpla con los criterios de seguridad, durabilidad y rendimiento estructural descritos en los proyectos de construcción.

f. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto.

La prueba se realiza dentro de un entorno de laboratorio controlado y cumple con ciertos protocolos para garantizar resultados precisos y uniformes. Los procedimientos siguientes describen las etapas esenciales para realizar una prueba de rotura de viga:

- Elija y prepare ciertas vigas de concreto para su examen. Las vigas deben replicar con precisión el concreto bajo evaluación.
- Recorte las vigas a medidas precisas, normalmente 150x150x600 mm, de acuerdo con las normas pertinentes.
- Una vez construidas las vigas, se deben colocar dentro de una sala de curado. La habitación debe mantenerse a una temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del $95 \pm 5\%$. Las vigas deben permanecer en la cámara durante un período

específico, a menudo 28 días. Es fundamental garantizar que el hormigón alcance la resistencia necesaria.

- Antes de comenzar la prueba, traslade las vigas al laboratorio y déjelas que se ajusten a la temperatura predominante del ambiente del laboratorio.
- Configure la máquina de ensayo universal para realizar ensayos de flexión. Asegúrese de que esté calibrado con la máxima precisión.
- Coloque la viga de hormigón en el aparato de prueba, asegurándose de que sus soportes estén alineados con precisión.
- La carga se aplica de forma gradual y uniforme hasta el punto medio de la viga, garantizando una tasa de deformación constante e igual. La carga se aumenta gradualmente hasta que la viga alcanza su punto de colapso estructural.
- Registre los resultados de la prueba, que abarquen la potencia de flexión, las variables experimentales y cualquier información adicional pertinente.
- Evalúa los resultados utilizando criterios adecuados y evalúa la calidad y eficacia del contenido estudiado.

Es fundamental seguir los protocolos y estándares establecidos al realizar pruebas de rotura de vigas para garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados. Además, es imperativo cumplir estrictamente los protocolos de seguridad requeridos al operar el aparato de prueba y manipular muestras de concreto.

3.8 Procesamiento y síntesis de datos

El enfoque de procesamiento de datos comienza con la organización sistemática y la purificación de la información recopilada durante los ensayos experimentales. Este estudio implica recopilar datos sobre muchos atributos del hormigón, incluida la resistencia a la compresión, la trabajabilidad, la durabilidad y otras variables, después de su modificación utilizando cenizas de carbón. En primer lugar, es fundamental recopilar y examinar exhaustivamente los datos para detectar y rectificar posibles inexactitudes u

omisiones en la medición o la información. Verificar la exactitud y confiabilidad de los hallazgos es crucial para asegurar la validez de las conclusiones del estudio.

Después de organizar y depurar los datos, posteriormente se codifican y categorizan. Las pruebas de laboratorio producen datos cuantitativos asignando valores numéricos a varios aspectos y organizando los datos en formatos adecuados, como hojas de cálculo o bases de datos. Por ejemplo, los resultados de la prueba de resistencia a la compresión se pueden clasificar según la composición de la mezcla (con o sin cenizas de carbón) y la duración del proceso de curado. Esta clasificación simplifica el análisis estadístico posterior, permitiendo comparaciones precisas entre las distintas categorías de muestras.

Figura 6

Curado de muestras



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

El principal objetivo de este apartado es abordar de manera exhaustiva cada uno de los objetivos que fueron establecidos previamente, con el fin de ofrecer una visión integral de los logros alcanzados.

a. Contenido de humedad de los agregados

Tabla 4

Porcentaje de humedad

Muestra de Agregados		
	<i>Agregado f.</i>	<i>Agregado g.</i>
M. Húmeda + Tara	370.66	399.81
M. Seca + Tara	359.47	389.16
Tara	51.30	51.37
M. húmeda	319.36	348.44
M. seca	308.17	337.79
Agua	11.19	10.65
% Humedad	3.63	3.15

La tabla relata los datos recabados para la determinación de porcentajes de humedad dentro de los agregados, teniendo esto en consideración se tiene que para el agregado fino su humedad fue de 3.63% y para el agregado grueso fue de 3.15%.

b. Peso específico y absorción

Tabla 5

Resultados del peso específico y absorción de agregados

Agregado	P.E. (gr/cm ³)	Abs. (%)
Fino	2.57	4.20
Grueso	2.66	2.50

Los resultados concernientes a los pesos específicos y como también concernientes a la absorción de los suelos analizados, fueron de los agregados de la localidad del estudio, estos nos brindaron que el agregado fino tuvo un peso específico de 2.57gr/cm³, el agregado grueso 2.66gr/cm³, la absorción para el A.F. se obtuvo 4.20% y finalmente para el A.G. fue de 2.50%.

c. Pesos unitarios sueltos y compactado

Tabla 6

Peso unitario suelto de los agregados

	Peso unitario (SUELTO)					
	Agregado fino			Agregado grueso		
P. del molde(gr)	6135	6135	6135	6135	6135	6135
Vol. del molde(cm ³)	2077	2077	2077	3200	3200	3200
Col. de muestra a molde	CAIDA LIBRE					
P. del molde + muestra suelta(gr)	9733	9710	9699	9478	9610	9491
P. de muestra suelta(gr)	3598	3575	3564	3343.00	3475.00	3356.00
Densidad mínima de la muestra seca(gr/cm ³)	1.732	1.721	1.716	1.045	1.086	1.049
Promedio(gr/cm³)	1.723			1.060		

La tabla a continuación nos muestra los valores de los ensayos hechos en laboratorio a los agregados, estos arrojaron que los agregados finos tienen un PU de 1.723gr/cm³ y los AG tienen un peso unitario de 1.060gr/cm³, para ambos casos este fue el resultado del valor de los PU sueltos.

Tabla 7

Peso unitario compactado de los agregados

Peso unitario (VARILLADO)						
	Agregado fino			Agregado grueso		
Peso del molde(gr)	6135	6135	6135	6135	6135	6135
Volumen del molde(cm ³)	2079	2079	2079	3210	3210	3210
Nº de capas.			3			
Nº de golpes por capa.			25			
P. del molde + muestra compactada(gr)	10012.00	10289.00	9991.00	9899.00	9970.00	9780.00
P. de la muestra compactada(gr)	3877.00	4154.00	3856.00	3764.00	3835.00	3645.00
D. máx. de la muestra seca(gr/cm ³)	1.866	2.000	1.856	1.176	1.198	1.139
Promedio(gr/cm³)		1.907			1.171	

Nota. Resultados de laboratorio

La tabla a continuación nos muestra los valores resultados de los ensayos hechos en laboratorio a los agregados, estos arrojaron que los agregados finos tienen un PU de 1.907gr/cm³ y los agregados gruesos tienen un peso unitario de 1.171gr/cm³, para ambos casos este fue el resultado del valor de los pesos unitarios compactados.

d. Síntesis granulométrica de agregado grueso y fino

Figura 7

Granulometría de agregado grueso

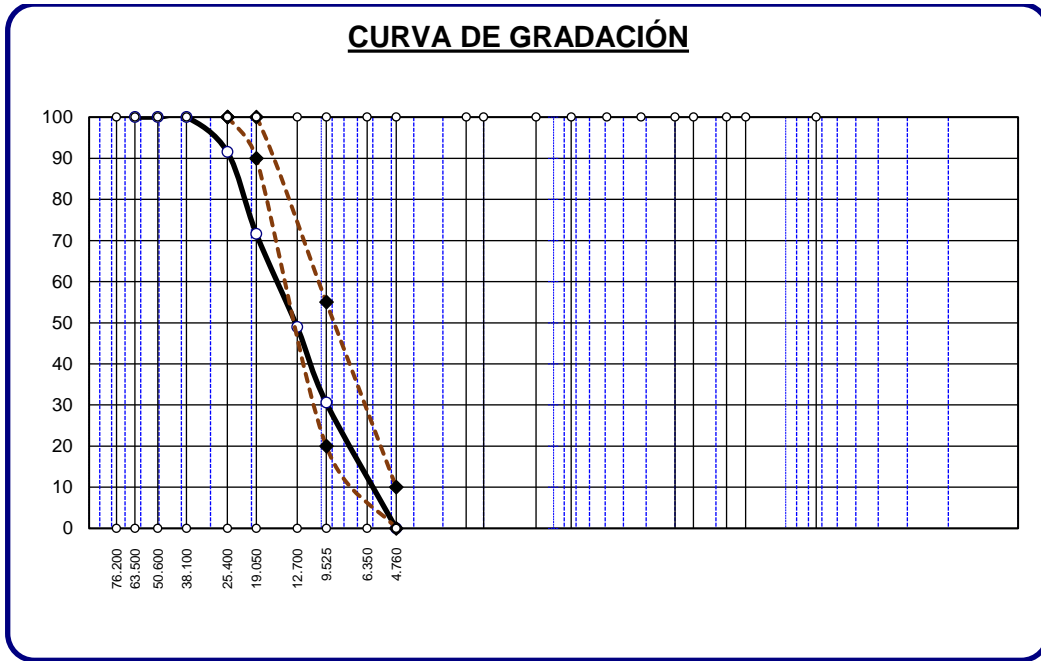
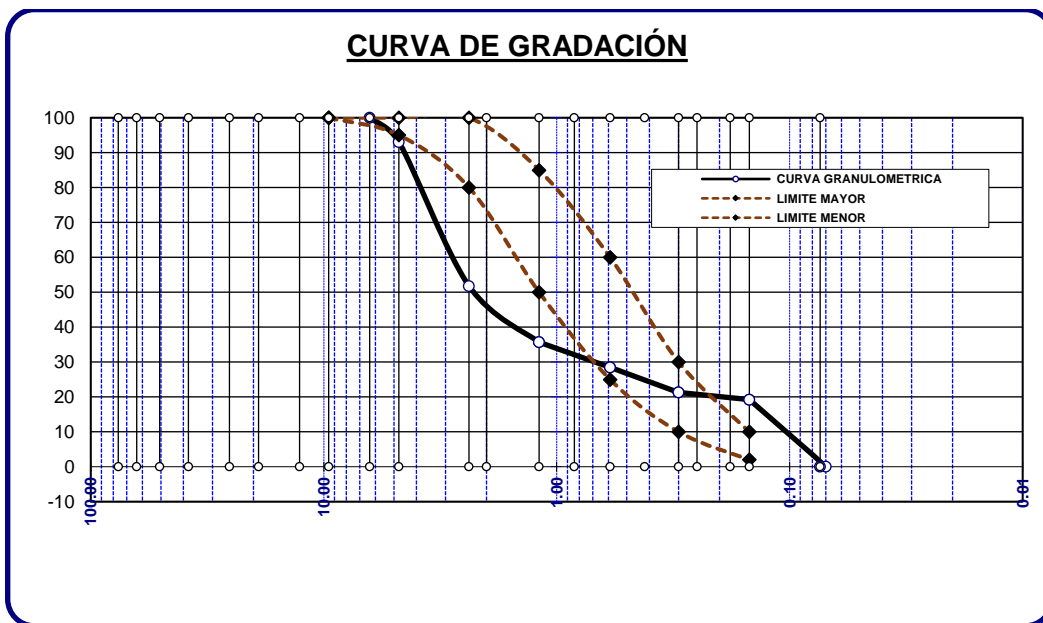


Figura 8

Curva granulométrica de la arena



Diseño de mezcla

- a. Resistencia media

$$F'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$



El asentamiento es de 3" a 4" y su TMN de 3/4":

b. Cantidad de a/c:

$$\text{Agua} = 205$$

$$\text{Aire} = 2.00\%$$

c. La correspondencia de agua cemento

$$a/c = 0.56$$

d. Factor de cemento:

$$c = 366.00 \text{ kg/m}^3$$

e. Cálculo del agregado grueso:

$$b/b_o = 0.550$$

Luego:

$$P_{AG} = 962 \text{ kg/m}^3$$

f. Cálculo (V_{AF})

$$V_{AF} = 1.00 - 0.715$$

$$V_{AF} = 0.285 \text{ m}^3$$

g. Determinación (P_{AF})

$$P_{AF} = 0.285 * (2.54 * 1000)$$

$$P_{AF} = 724 \text{ kg/m}^3$$

h. Corrección y ajuste

$$\text{A.G. húmedo} = (962) * ((3.15/100) + 1) = 992 \text{ kg}$$

$$\text{A.F. húmedo} = (591) * ((3.63/100) + 1) = 750 \text{ kg}$$

$$205 - 962 * \frac{(3.15 - 2.5)}{100} - 724 * \frac{(3.63 - 4.93)}{100} = 208$$

Tabla 8

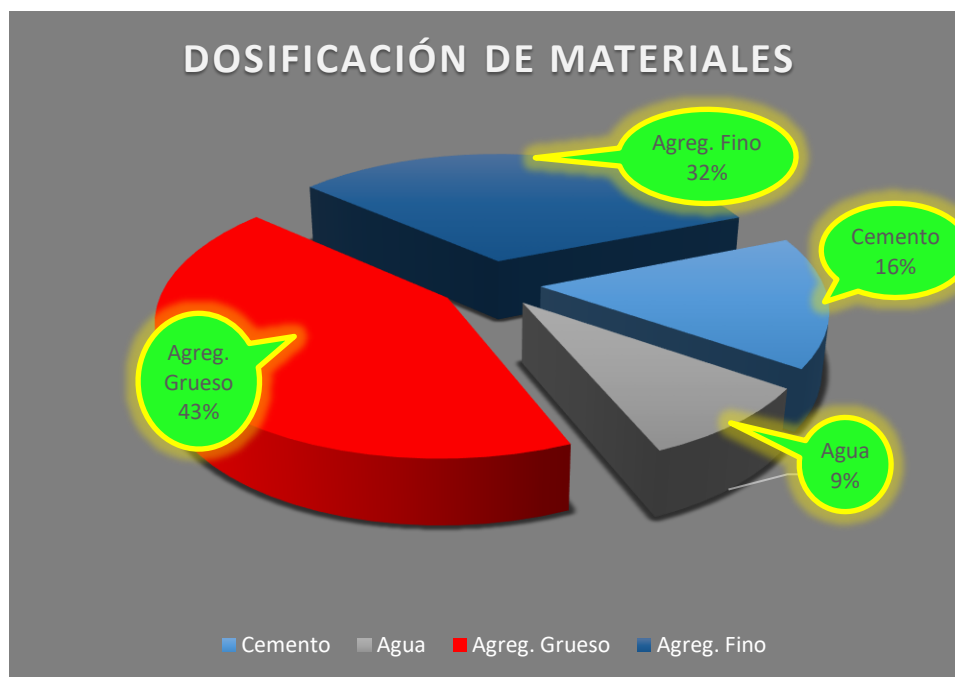
Cantidad de materiales para la creación del concreto

Agregado	Dosificación En	Proporción En	Dosificación En	Proporción En
	peso seco	volumen	peso húmedo	volumen
	(kg/m3)	peso seco	(kg/m3)	peso húmedo
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	208	0.57
Ag. Grueso	962	2.63	992	2.71
Ag. Fino	724	1.98	750	2.05
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 Bolsas / M3 De Cemento

Figura 9

Dosificación



El gráfico ilustra la distribución proporcional de los componentes en el diseño de la mezcla, expresada en porcentajes, lo que permite comprender a fondo su composición. El árido fino constituye el 25% de toda la composición, mientras que el árido grueso supone el 50%. El agua y el cemento, por su parte, tienen proporciones del 9% y el 16% respectivamente.

4.1.1 Asentamiento del concreto convencional con distintas dosificaciones de CCM

El ensayo de asentamiento del concreto es un método científico comúnmente utilizado en la industria de la construcción civil para evaluar la capacidad del suelo para soportar cargas y sus cualidades de deformación bajo determinadas fuerzas verticales. Dentro de nuestro contexto particular, analizaremos una muestra estándar junto con muestras alternativas que implican la integración de ceniza de carbón mineral reciclado.

a.1. Asentamiento de la muestra patrón.

Tabla 9

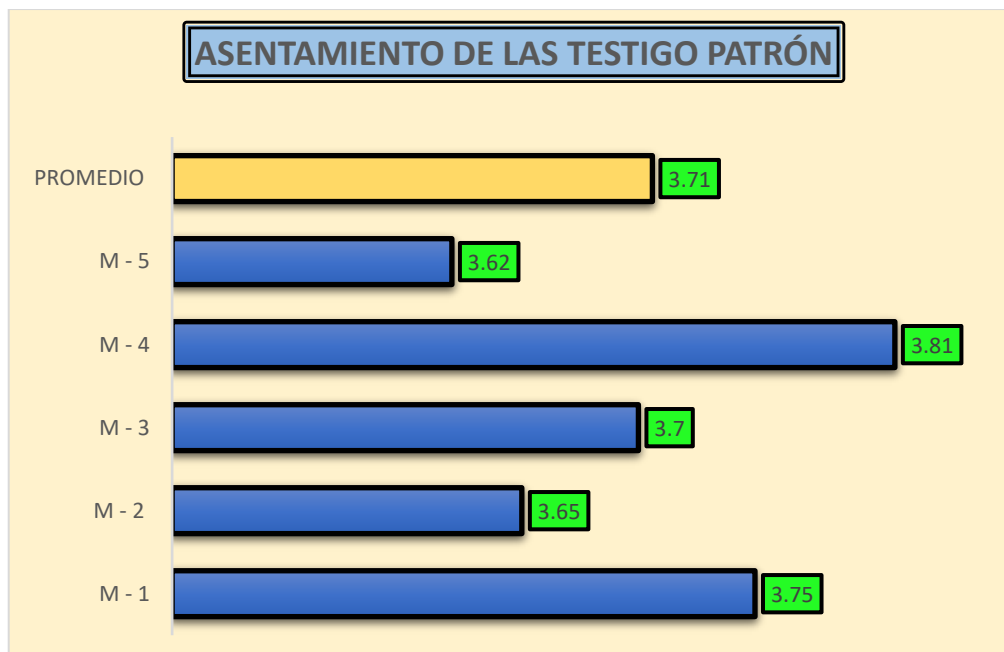
Síntesis de la trabajabilidad de la muestra convencional

Nº	Muestra	Asentamiento	Consistencia (slump)
1	T -- 1		3.75
2	T -- 2		3.65
3	T -- 3	3-4"	3.70
4	T -- 4		3.81
5	T -- 5		3.62
		PROM.	3.71

La presente tabla, contiene los datos logrados al realizar la prueba y medición del asentamiento del concreto con el fin de evaluar su trabajabilidad.

Figura 10

Asentamiento de la muestra convencional



El asentamiento grafica las siguientes barras horizontales mostrándonos resultados que son relativamente normales para un concreto convencional ya que sus valores oscilan entre las 3" y 4" lo cual nos indica que es un concreto óptimo para ser trabajado.

a.2. Asentamiento del testigo con ceniza de carbón mineral en 4%.

Tabla 10

Síntesis del asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral en 4%.

Nº	descripción del modelo	asentamiento	consistencia (slump)
1	T -- 1		3.51
2	T -- 2		3.56
3	T -- 3	3-4"	3.59
4	T -- 4		3.49
5	T -- 5		3.55
PROMEDIO			3.43

La presente tabla, contiene los datos logrados al realizar la prueba y medición del asentamiento del concreto con el fin de evaluar su trabajabilidad.

Figura 11

Asentamiento del modelo con CCM en 4%.



El asentamiento grafica las siguientes barras horizontales mostrándonos resultados que son relativamente normales para un concreto convencional con ceniza de carbón mineral 4% ya que sus valores oscilan entre las 3" y 4" lo cual nos indica que es un concreto óptimo para ser trabajado, logrando un asentamiento promedio de 3.54".

a.3. Asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral 6%.

Tabla 11

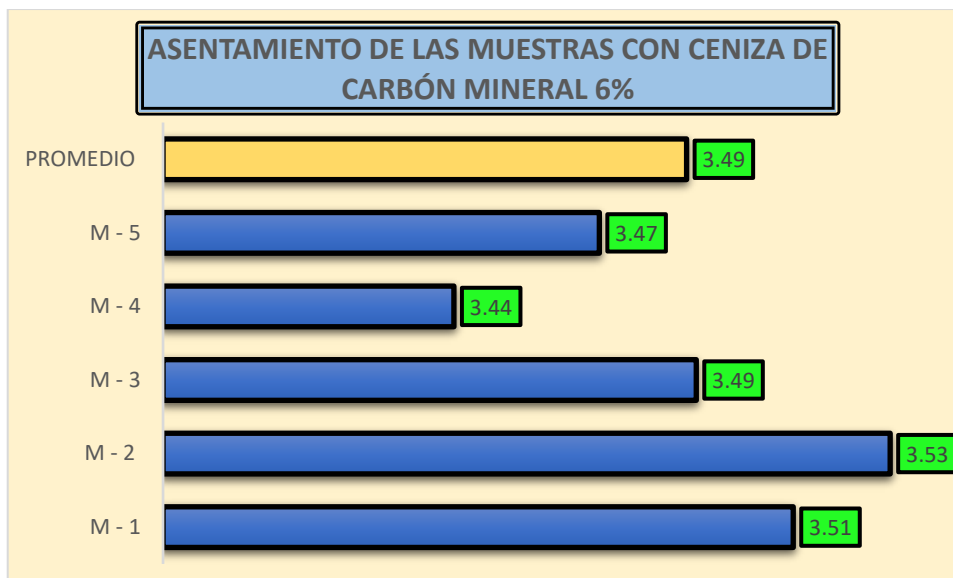
Síntesis del asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral en 6%.

Nº	muestra	asentamiento	consistencia (slump)
1	M - 1		3.51
2	M - 2		3.53
3	M - 3	3-4"	3.49
4	M - 4		3.44
5	M - 5		3.47
PROMEDIO			3.49

La presente tabla, contiene los datos logrados al realizar la prueba y cálculo del asentamiento del concreto con el fin de evaluar su trabajabilidad.

Figura 12

Asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral en 6%.



El asentamiento grafica las siguientes barras horizontales mostrándonos resultados que son relativamente normales para un concreto convencional con ceniza de carbón mineral 6% ya que sus valores oscilan entre las 3" y 4" lo cual nos indica que es un concreto óptimo para ser trabajado, logrando un asentamiento promedio de 3.49".

a.4. Asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral 8%.

Tabla 12

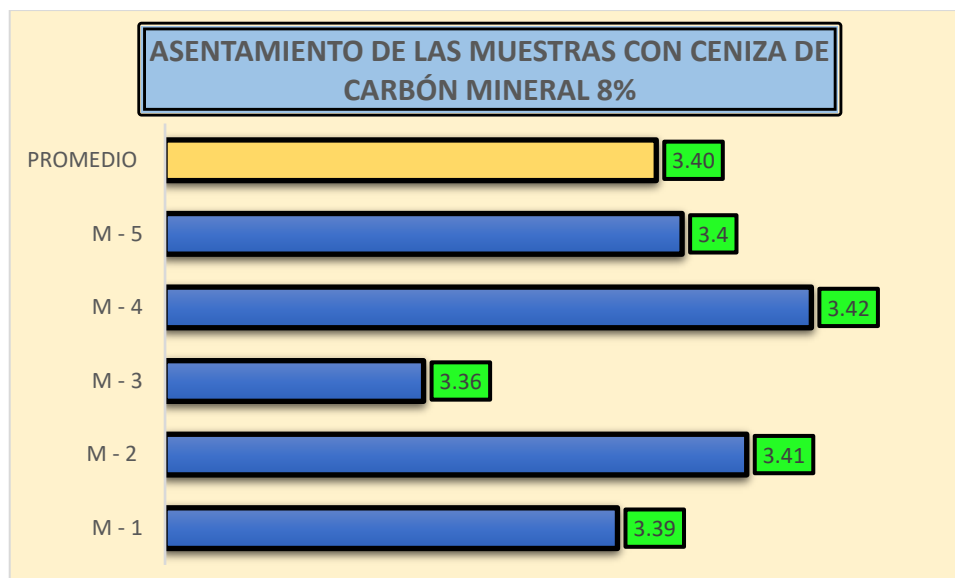
Síntesis del asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral en 8%.

Nº	muestra	asentamiento	consistencia (slump)
1	T -- 1		3.39
2	T -- 2		3.41
3	T -- 3	3-4"	3.36
4	T -- 4		3.42
5	T -- 5		3.40
		PROMEDIO	3.40

La presente tabla, contiene los datos logrados al realizar la prueba y medición del asentamiento del concreto con el fin de evaluar su trabajabilidad.

Figura 13

Asentamiento del modelo con ceniza de carbón mineral en 8%.



El asentamiento grafica las siguientes barras horizontales mostrándonos resultados que son relativamente normales para un concreto convencional con ceniza de carbón mineral 8% ya que sus valores oscilan entre las 3" y 4" lo cual nos indica que es un concreto óptimo para ser trabajado, logrando un asentamiento promedio de 3.40".

a.5. Síntesis de asentamientos obtenidos

Tabla 13

Síntesis de asentamientos visualizados para cada muestra

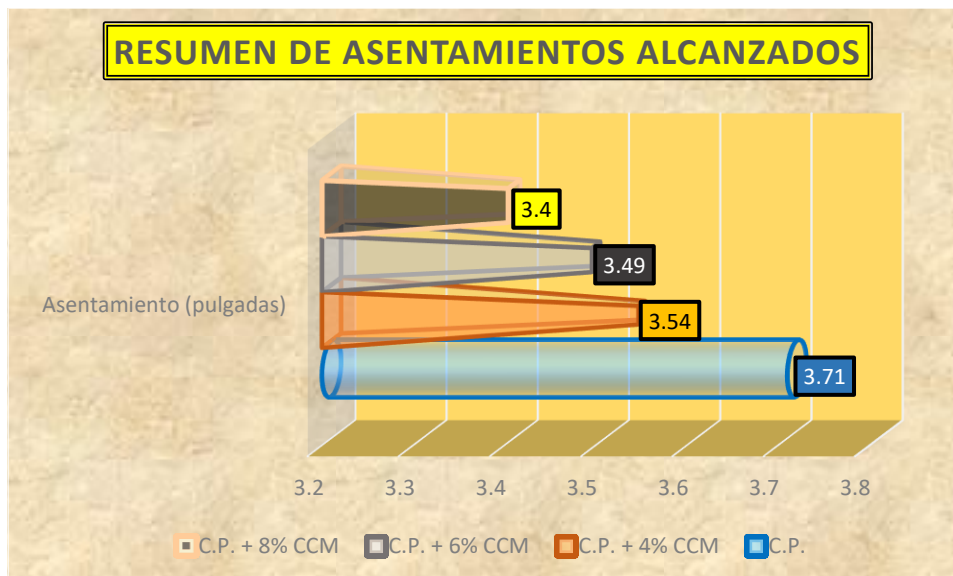
Síntesis de asentamientos	
Muestra	Asentamiento (pulgadas)
C.P.	3.71"
C.P. + 4% CCM	3.54"
C.P. + 6% CCM	3.49"
C.P. + 8% CCM	3.40"

Nota: C.P. (concreto patrón), C.C.M. (ceniza de carbón mineral).

Los asentamientos obtenidos para el concreto convencional tuvo una trabajabilidad de 3.71", mientras que las muestras con ceniza de carbón mineral en 4%, 6% y 8% lograron una trabajabilidad de 3.54", 3.49" y finalmente 3.40" respectivamente para cada caso.

Figura 14

Síntesis de asentamientos logrados con 4%, 6% y 8% CCM.



Los asentamientos que el concreto patrón alcanza un asentamiento de 3.71” mientras que las muestras con adición de ceniza de carbón mineral a mayor porcentaje, mayor es la reducción de su trabajabilidad llegando hasta un 3.4” con adición de 8% de ceniza de carbón mineral.

4.1.2 Resistencia a la compresión con adición de CCM en 4%, 6% y 8%

a) Resistencias del concreto patrón

Tabla 14

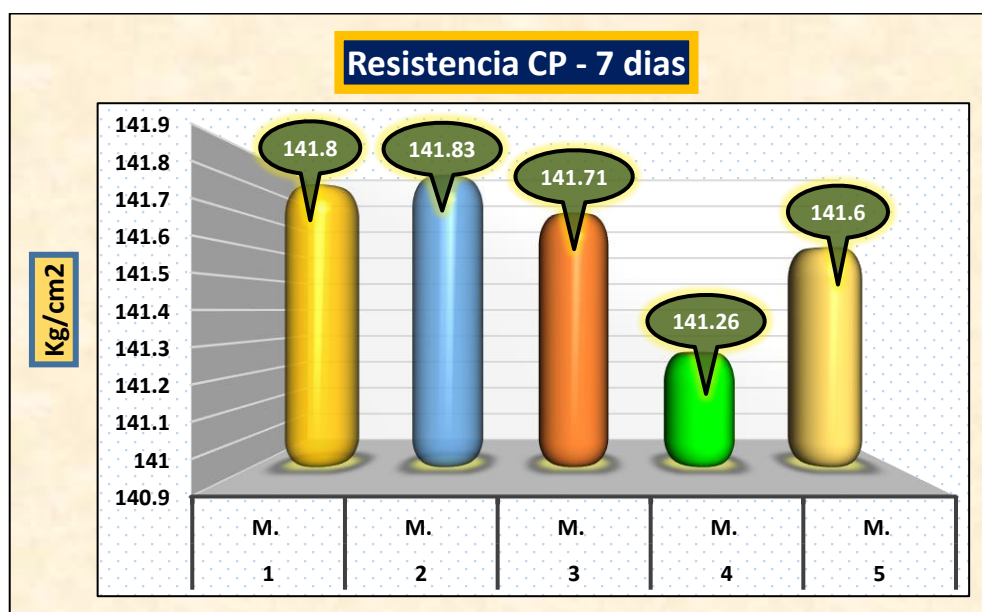
Recabación de resultados observados por el ensayo a compresión - 7

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	M -- 1	25091	141.80	7
	M -- 2	24996	141.83	
	M -- 3	25075	141.71	
	M -- 4	24897	141.26	
	M -- 5	25056	141.60	
PROMEDIO			141.64	

La tabla mostrada a continuación nos muestra de manera detallada los comportamientos de los distintos testigos a través de la ejecución de rotura de briquetas de las muestras patrón alcanzando una resistencia de 141.64kg/cm².

Figura 15

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural patrón-7



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto convencional tras una duración de curado de 7 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 141.64 kg/cm².

Tabla 15

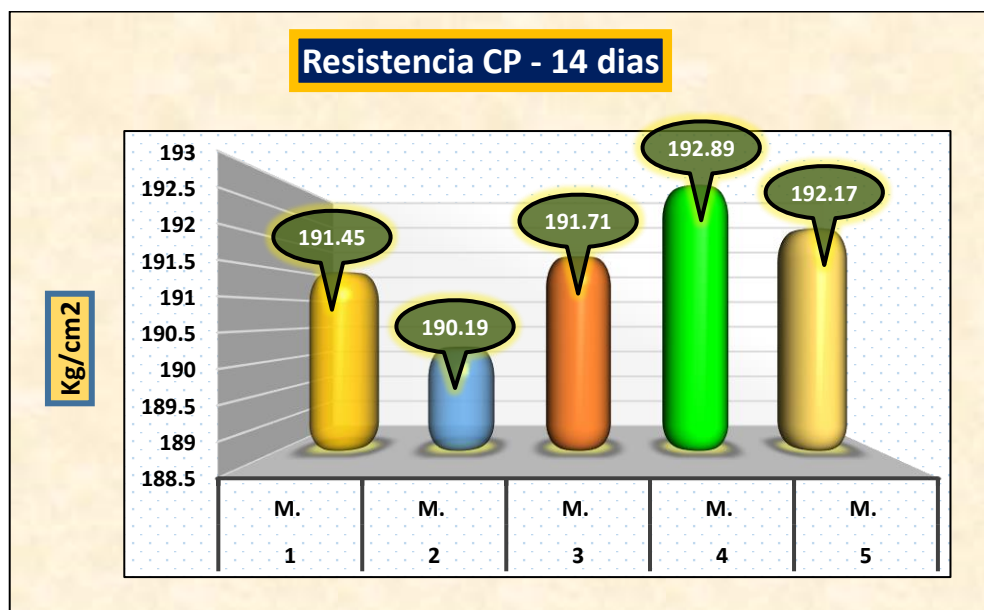
Recabación de resultados observados por el ensayo a compresión - 14

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	M -- 1	33877	191.45	14
	M -- 2	33655	190.19	
	M -- 3	33787	191.71	
	M -- 4	33995	192.89	
	M -- 5	34005	192.17	
PROMEDIO			191.68	

La tabla mostrada a continuación nos muestra de manera detallada los comportamientos de los distintos testigos a través de la ejecución de rotura de briquetas de las muestras patrón alcanzando una resistencia de 191.68kg/cm².

Figura 16

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural patrón-14.



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto convencional tras una duración de curado de 14 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 191.68 kg/cm².

Tabla 16

Recabación de resultados observados por el ensayo a compresión - 28

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	M -- 1	38559	217.91	28
	M -- 2	38655	218.45	
	M -- 3	38761	219.05	
	M -- 4	38382	217.78	
	M -- 5	37968	214.57	

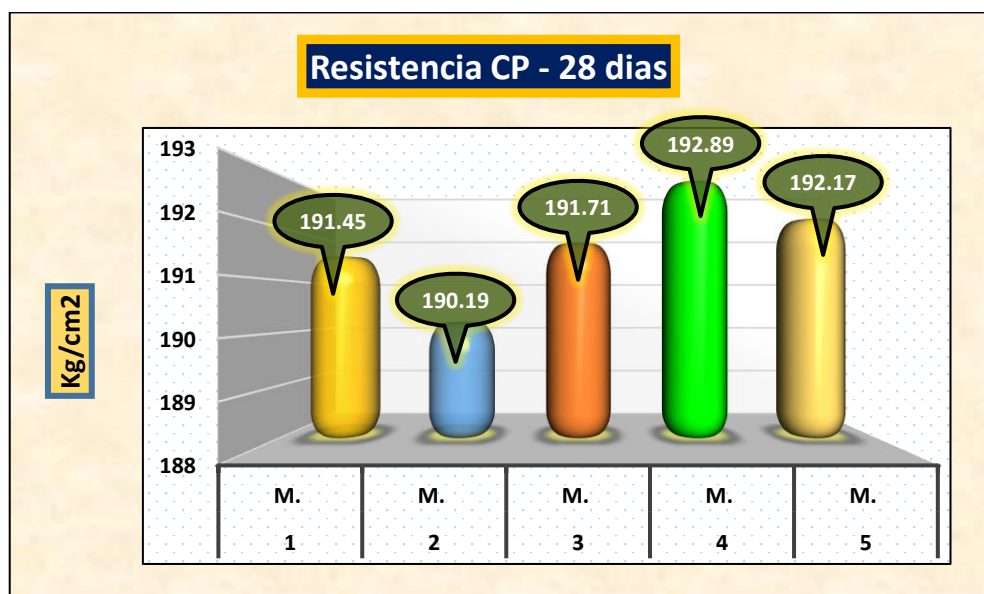
PROMEDIO

217.55

La tabla mostrada a continuación nos muestra de manera detallada los comportamientos de los distintos testigos a través de la ejecución de rotura de briquetas de las muestras patrón alcanzando una resistencia de 217.55kg/cm².

Figura 17

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural patrón-28



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto convencional tras una duración de curado de 28 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 217.55 kg/cm².

Evolución de las resistencias alcanzadas

Tabla 17

Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio patrón

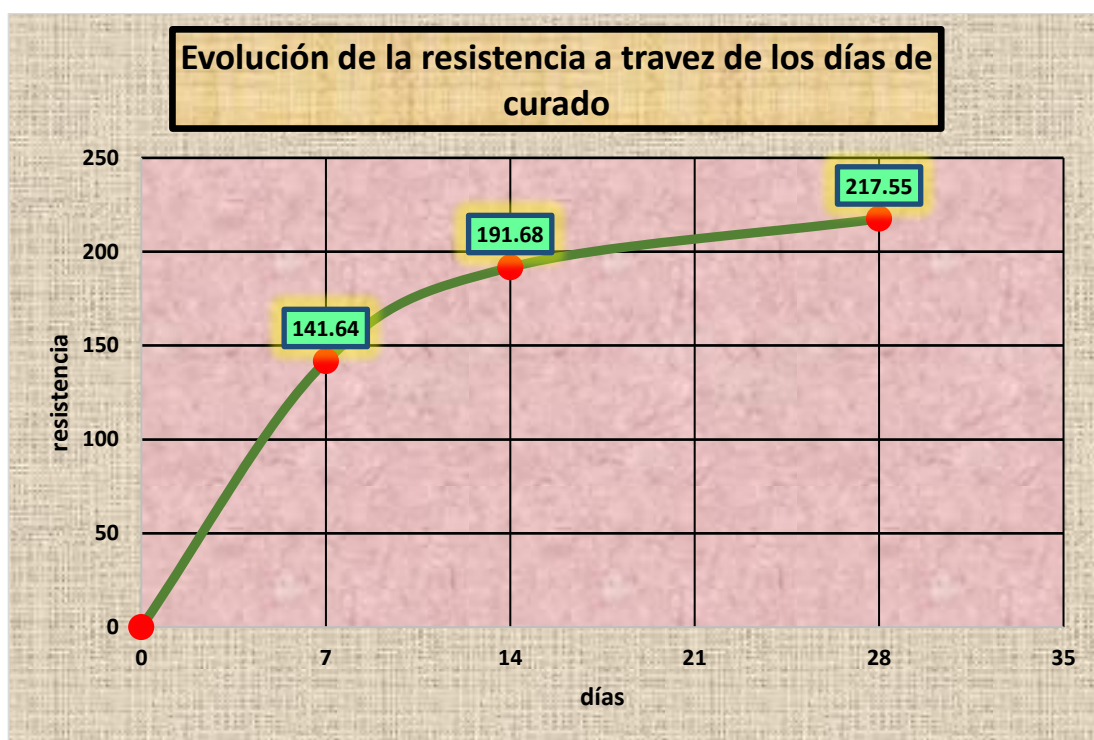
Resistencias logradas por las muestras patrón

	7	14	28
Concreto Patrón	141.64	191.68	217.55

Las resistencias a compresión apreciadas a continuación fueron tomadas en un plazo de 28 días estas fueron los resultados que se aprecian en la tabla, la resistencia promedio a los 7 días fue de 141.64kg/cm², mientras que a los 14 días fue de 191.68kg/cm² y finalmente a los 28 días fue de 217.55kg/cm².

Figura 18

Comparativa de la fuerza límite del compuesto cementicio patrón.



La grafica muestra los datos recabados en un plazo de 28 días por la muestra patrón versus el tiempo en las cuales fueron ejecutadas sus respectivos ensayos.

b) Resistencias logradas con ceniza de carbón mineral 4%

Tabla 18

Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio con 4% de CCM.

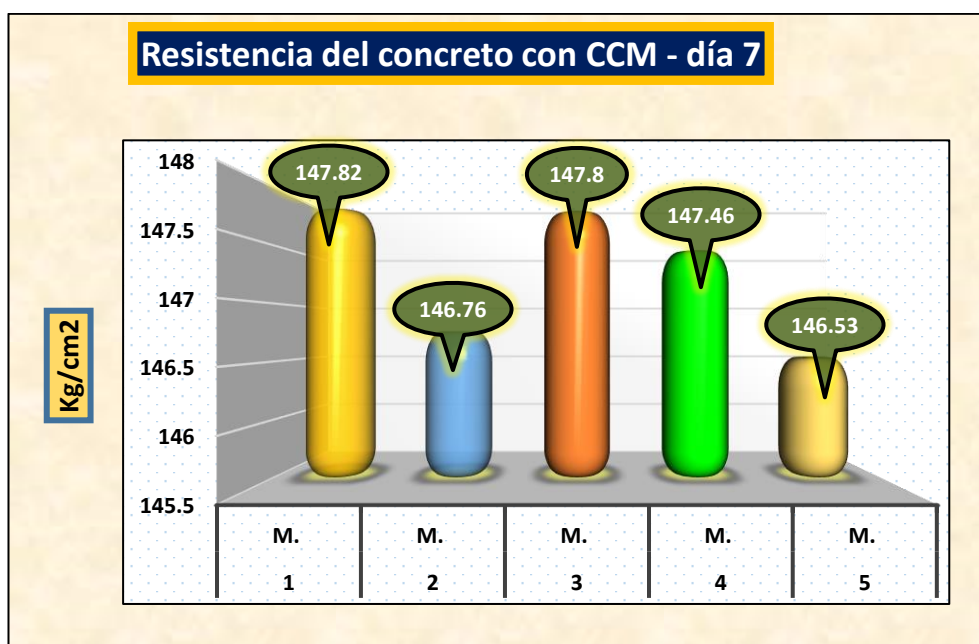
Diseño	Muestra	Carga (kg)	rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	M -- 1	26156	147.82	7
	M -- 2	25969	146.76	
	M -- 3	26048	147.80	
	M -- 4	25989	147.46	

M -- 5	25928	146.53
PROMEDIO		147.27

Las resistencias alcanzadas por las muestras elaboradas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 147.27kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 19

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural con 4% CCM-7



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto tras una duración de curado de 7 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 147.27 kg/cm².

Tabla 19

Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 4% CCM - 14

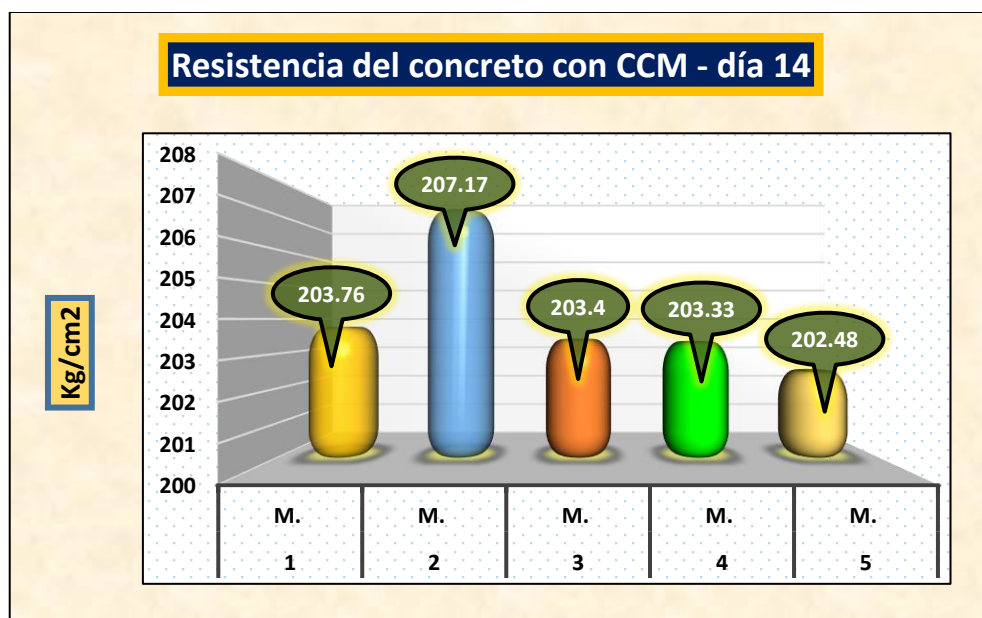
Diseño	Muestra	Carga (kg)	rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	M -- 1	36056	203.76	
	M -- 2	36659	207.17	14
	M -- 3	35991	203.40	

M -- 4	35979	203.33
M -- 5	35828	202.48
PROMEDIO		204.03

Las resistencias alcanzadas por las muestras elaboradas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 204.03kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 20

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 4% CCM-14



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto tras una duración de curado de 14 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 204.03 kg/cm².

Tabla 20

Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 4% CCM - 28

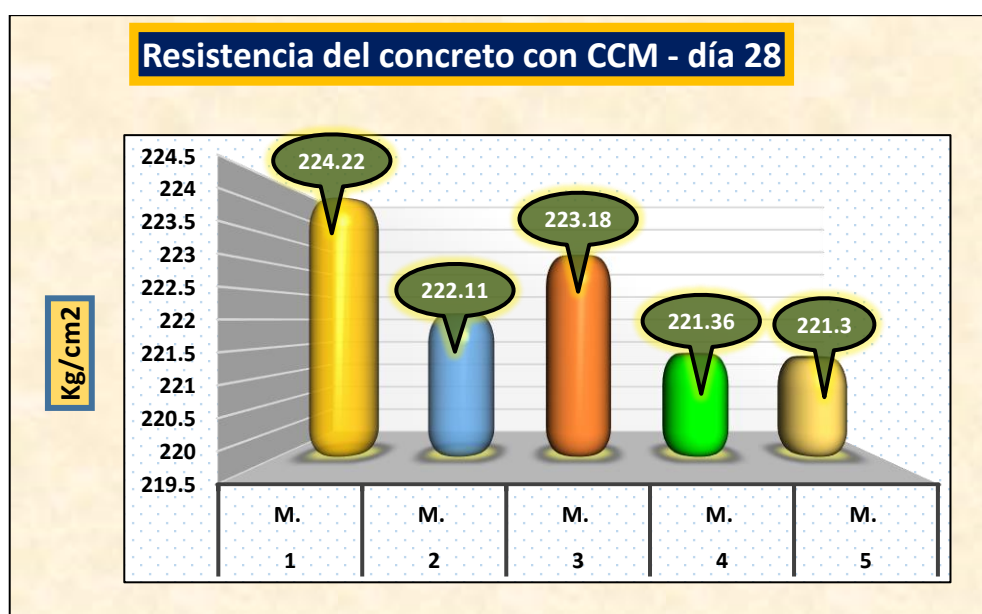
Diseño	Muestra	Carga (kg)	rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	M -- 1	39676	224.22	28
	M -- 2	39145	222.11	
	M -- 3	39491	223.18	

M -- 4	39169	221.36
M -- 5	39159	221.30
PROMEDIO		222.43

Las resistencias alcanzadas por las muestras elaboradas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 222.43kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 21

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 4% CCM - 28



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto tras una duración de curado de 28 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 222.43 kg/cm².

Evolución del modelo a los 7, 14 y 28 días

Tabla 21

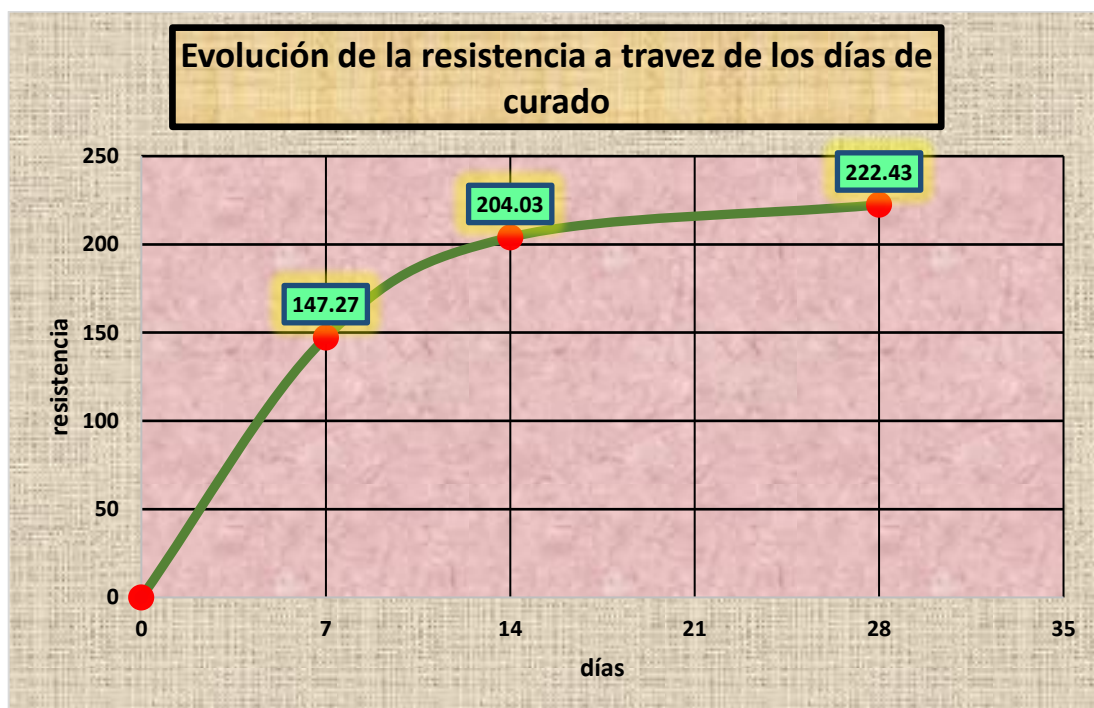
Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 4% cenizas de carbón mineral

Resistencias obtenidas del CP+4% cenizas de carbón mineral			
	7	14	28
CP+4% CCM	147.27	204.03	222.43

Las resistencias a compresión apreciadas a continuación fueron tomadas en un plazo de 28 días estas fueron los resultados que se aprecian en la tabla, la resistencia promedio a los 7 días fue de 147.27kg/cm², mientras que a los 14 días fue de 204.03kg/cm² y finalmente a los 28 días fue de 222.43kg/cm².

Figura 22

Comparativa de la fuerza límite del compuesto cementicio + 4% cenizas de carbón mineral.



La grafica muestra los datos recabados en un plazo de 28 días por la muestra con 4% de cenizas de carbón versus el tiempo en las cuales fueron ejecutadas sus respectivos ensayos.

c) Resistencias logradas con el uso de ceniza de carbón mineral en 6%

Tabla 22

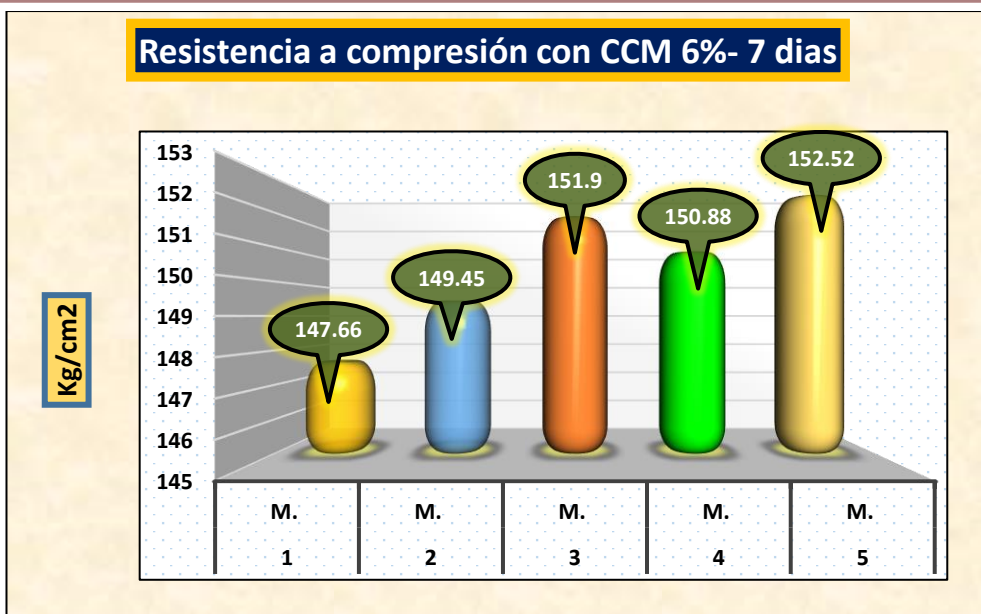
Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 6% CCM-7

Diseño	Muestra	Carga (kg)	rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	N°1	26128	147.66	
	N°2	26446	149.45	
	N°3	26878	151.90	7
	N°4	26698	150.88	
	N°5	26989	152.52	
PROMEDIO			150.48	

Las resistencias alcanzadas por las muestras elaboradas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 150.48kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 23

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 6% CCM-7



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto tras una duración de curado de 7 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 150.48 kg/cm².

Tabla 23

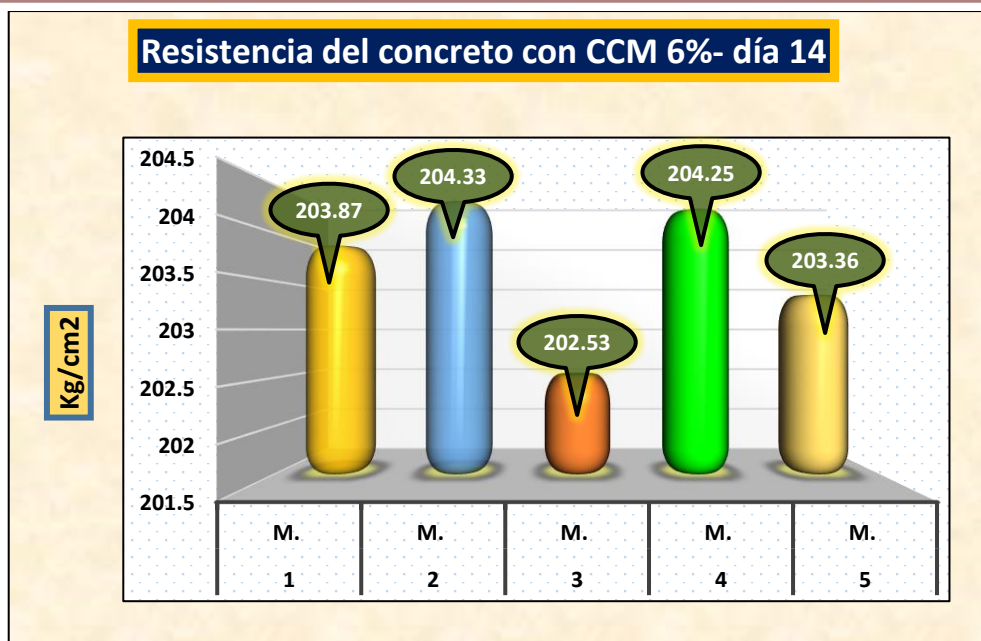
Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 6% CCM-14.

Diseño	Muestra	Carga (kg)	rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	N°1	36075	203.87	14
	N°2	36156	204.33	
	N°3	35838	202.53	
	N°4	36142	204.25	
	N°5	35985	203.36	
PROMEDIO			203.67	

Las resistencias alcanzadas por las muestras elaboradas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 203.67kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 24

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural +6% CCM-14.



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto tras una duración de curado de 14 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 203.67 kg/cm².

Tabla 24

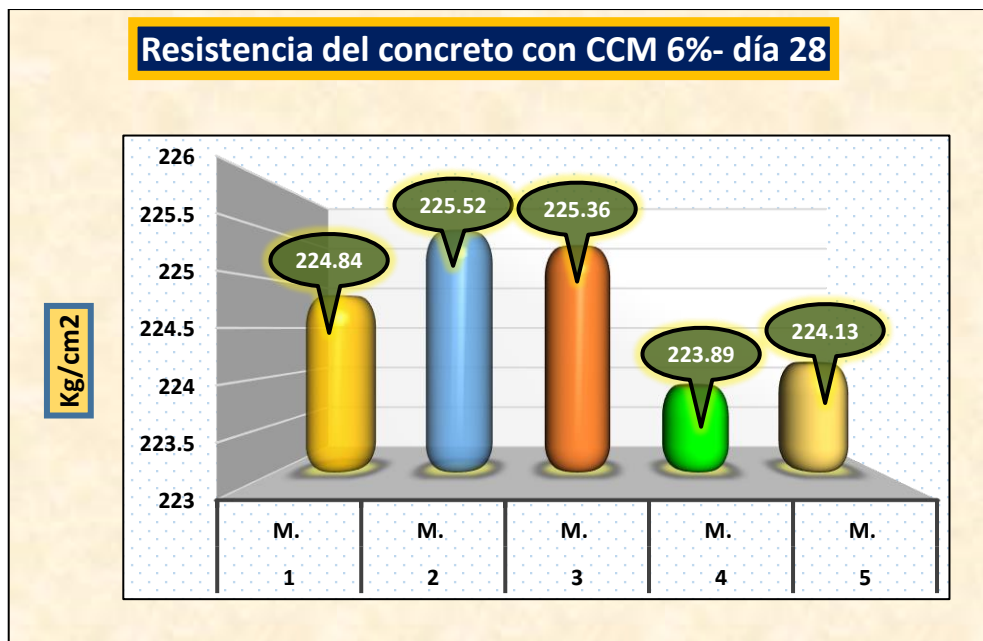
Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio +6% CCM-28.

Diseño	Muestra	Carga (kg)	rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	N°1	39786	224.84	28
	N°2	39905	225.52	
	N°3	39878	225.36	
	N°4	39459	223.89	
	N°5	39659	224.13	
PROMEDIO			224.75	

Las resistencias alcanzadas por las muestras elaboradas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 224.75kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 25

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 6%CCM-28.



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto tras una duración de curado de 28 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 224.75 kg/cm².

Evolución del concreto con ceniza de carbón mineral a los 7,14 y 28 días

Tabla 25

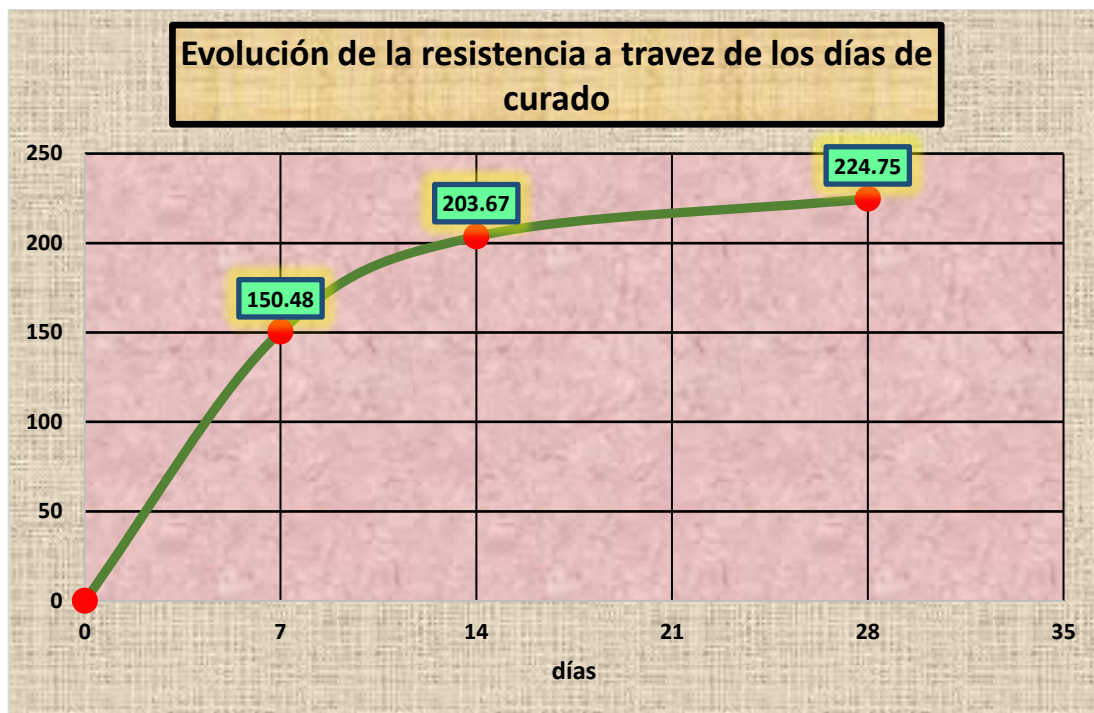
Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 6%CCM

Resistencias logradas del concreto+6%Ceniza de carbón mineral			
	7	14	28
CP+6%CCM	150.48	203.67	224.75

Las resistencias a compresión apreciadas a continuación fueron tomadas en un plazo de 28 días estas fueron los resultados que se aprecian en la tabla, la resistencia promedio a los 7 días fue de 150.48kg/cm², mientras que a los 14 días fue de 203.67kg/cm² y finalmente a los 28 días fue de 224.75kg/cm².

Figura 26

Comparativa de la fuerza límite del compuesto cementicio + 6%CCM



La grafica muestra una comparativa de las resistencias logradas por el concreto patrón con la adición del 6% de ceniza de carbón mineral versus el tiempo en las cuales fueron ejecutadas sus respectivos ensayos.

d) Resistencias logradas con el uso de CCM en 8%

Tabla 26

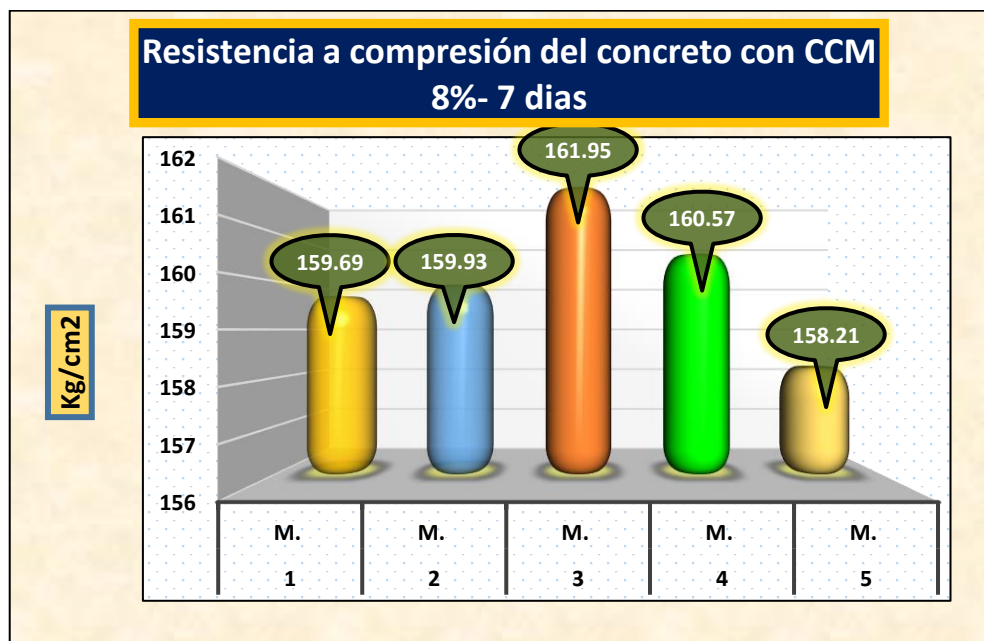
Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 8% CCM-7

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	N°1	28258	159.69	7
	N°2	28300	159.93	
	N°3	28657	161.95	
	N°4	28412	160.57	
	N°5	27996	158.21	
PROMEDIO			160.07	

Las resistencias alcanzadas por las muestras elaboradas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 160.07kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 27

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 8% CCM-7



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto tras una duración de curado de 7 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 160.07 kg/cm².

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	N°1	37632	212.67	14
	N°2	37125	209.80	
	N°3	37784	213.53	
	N°4	37921	215.16	
	N°5	37736	213.26	
PROMEDIO			212.88	

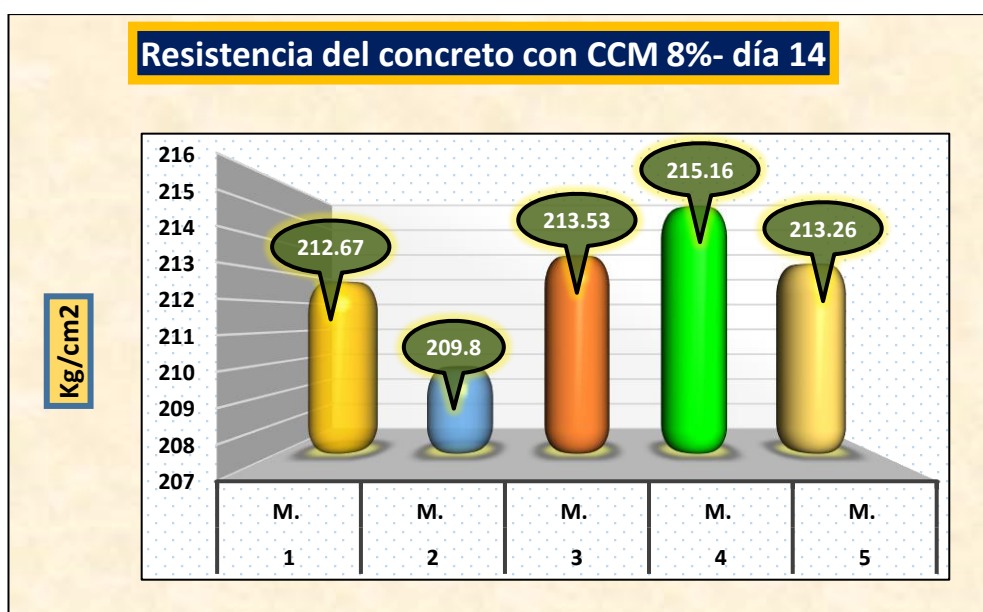
Tabla 27

Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 8% CCM -14

Las resistencias alcanzadas por las muestras elaboradas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 212.88kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 28

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 8% CCM-14



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto tras una duración de curado de 14 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 212.88 kg/cm².

Tabla 28

Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio + 8% CCM - 28

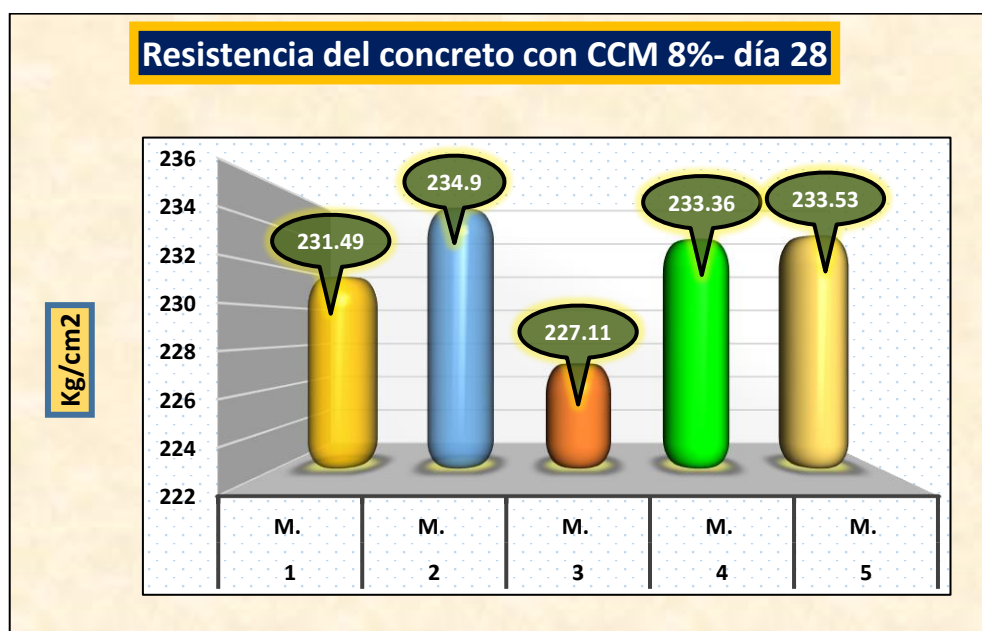
Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	N°1	40963	231.49	28
	N°2	41565	234.90	
	N°3	40187	227.11	

N°4	41129	233.36
N°5	41324	233.53
PROMEDIO		232.08

Las resistencias alcanzadas por las muestras elaboradas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 232.08kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 29

Síntesis evaluación de resistencias del mortero estructural + 8% CCM-28



El gráfico ilustra los resultados obtenidos para el concreto tras una duración de curado de 28 días. Los resultados indican que la resistencia media a la compresión de nuestras muestras tratadas es de 232.08 kg/cm².

Evolución del concreto con ceniza de carbón mineral 8% a los 7,14 y 28 días

Tabla 29

Compilación de la fuerza límite del compuesto cementicio +8% CCM

Resistencias logradas del concreto +8% CCM
--

	7	14	28
CP+8%CCM	160.07	212.88	232.08

Las resistencias a compresión apreciadas a continuación fueron tomadas en un plazo de 28 días estas fueron los resultados que se aprecian en la tabla, la resistencia promedio a los 7 días fue de 160.07kg/cm², mientras que a los 14 días fue de 212.88kg/cm² y finalmente a los 28 días fue de 232.08kg/cm².

Figura 30

Comparativa de la fuerza límite del compuesto cementicio + 8 % CCM.



La grafica muestra una comparativa de las resistencias logradas por el concreto patrón con la adición 8% de ceniza de carbón mineral versus el tiempo en las cuales fueron ejecutadas sus respectivos ensayos.

Comparativa de resistencias alcanzadas con 4%,6% y 8% de CCM

Tabla 30

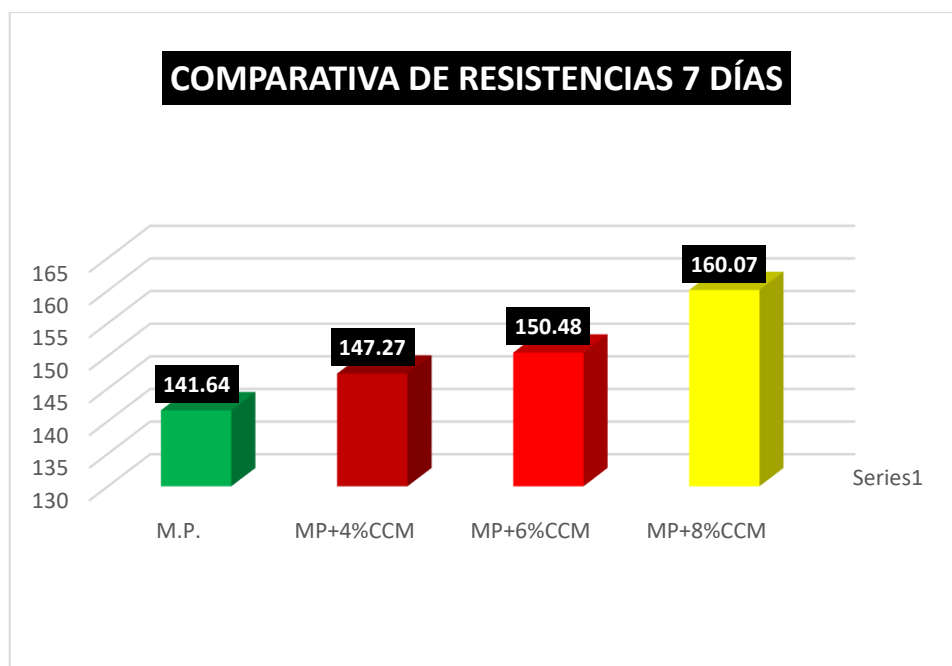
Síntesis de esfuerzos promedios a compresión

Esfuerzo de resistencias a la compresión (KG/CM2)

Muestra	Días
	7
M.P.	141.64
MP+4%CCM	147.27
MP+6%CCM	150.48
MP+8%CCM	160.07

Figura 31

Comparativa de los esfuerzos de resistencia a compresión



Se realizaron Síntesis de resistencia a la compresión en el día 7 de curado para observar el comportamiento del concreto convencional en comparación con las briquetas que tienen distintos porcentajes de ceniza de carbón mineral en diferentes proporciones. Cabe destacar que, tras evaluar distintas dosificaciones, se determinó que la adición del 4% de ceniza de carbón mineral representa el porcentaje óptimo al menos durante los primeros días.

Tabla 31

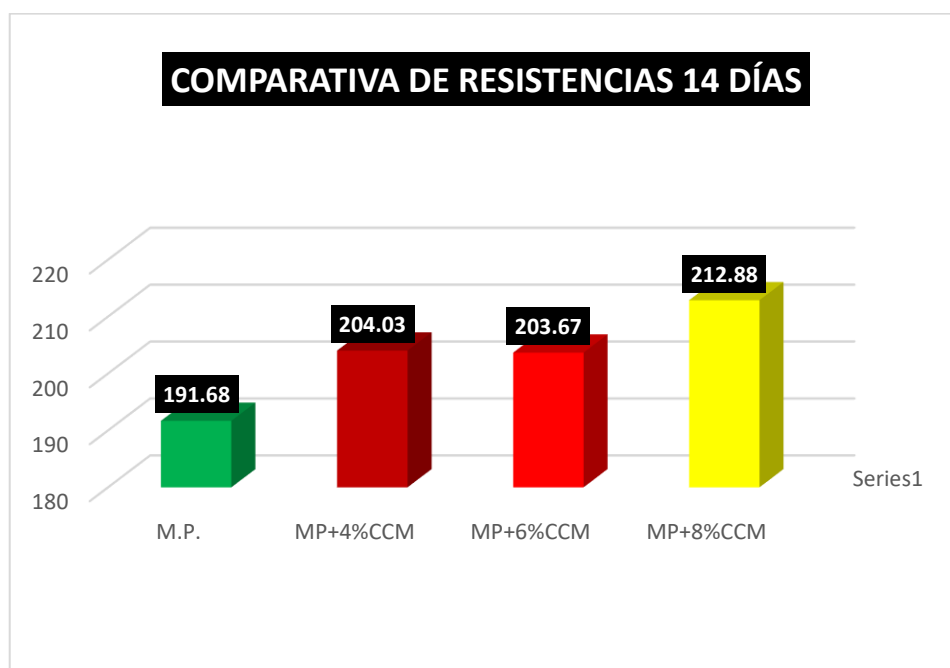
Síntesis de esfuerzos promedios a compresión

Esfuerzo de resistencias a la compresión (KG/CM2)	
Muestra	Días

	14
M.P.	191.68
MP+4%CCM	204.03
MP+6%CCM	203.67
MP+8%CCM	212.88

Figura 32

Comparativa de los esfuerzos de resistencia a compresión



Se realizaron Síntesis de resistencia a la compresión en el día 14 de curado para observar el comportamiento del concreto convencional en comparación con las briquetas que tienen distintos porcentajes de ceniza de carbón mineral en diferentes proporciones. Cabe destacar que, tras evaluar distintas dosificaciones, se determinó que la adición del 8% de ceniza de carbón mineral representa el porcentaje óptimo al menos durante los primeros días.

Tabla 32

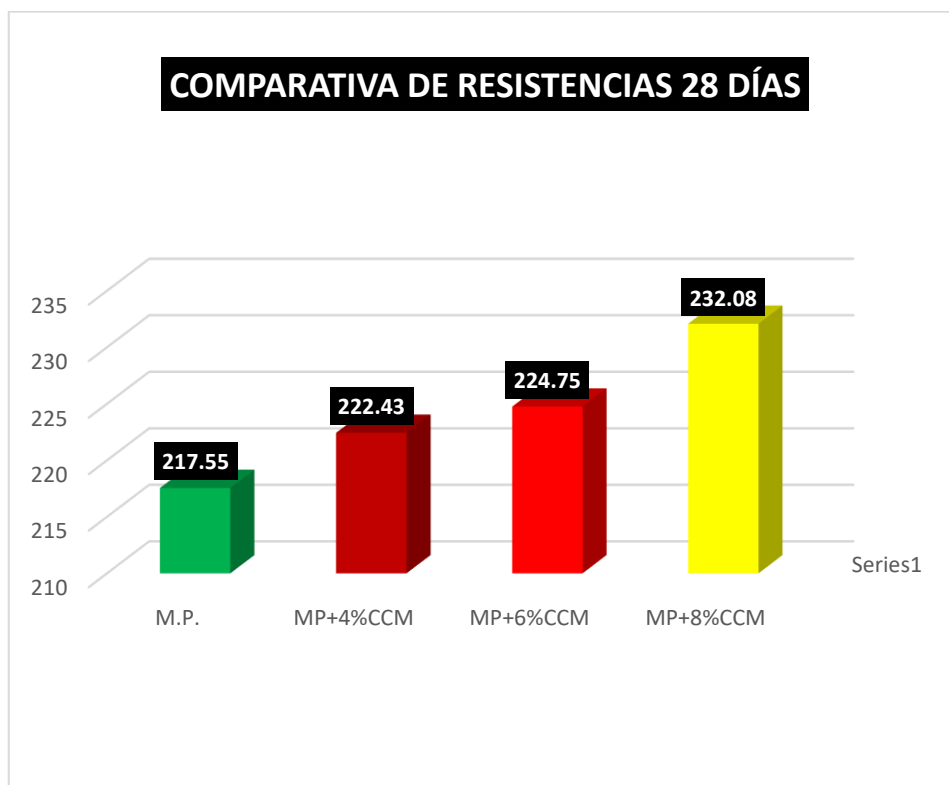
Síntesis de esfuerzos promedios a compresión

Esfuerzo de resistencias a la compresión (KG/CM²)	
Muestra	Días

	28
M.P.	217.55
MP+4%CCM	222.43
MP+6%CCM	224.75
MP+8%CCM	232.08

Figura 33

Comparativa de los esfuerzos de resistencia a compresión



Se realizaron Síntesis de resistencia a la compresión en el día 28 de curado para observar el comportamiento del concreto convencional en comparación con las briquetas que tienen distintos porcentajes de ceniza de carbón mineral en diferentes proporciones. Cabe destacar que, tras evaluar distintas dosificaciones, se determinó que la adición del 8% de ceniza de carbón mineral representa el porcentaje más óptimo.

Tabla 33

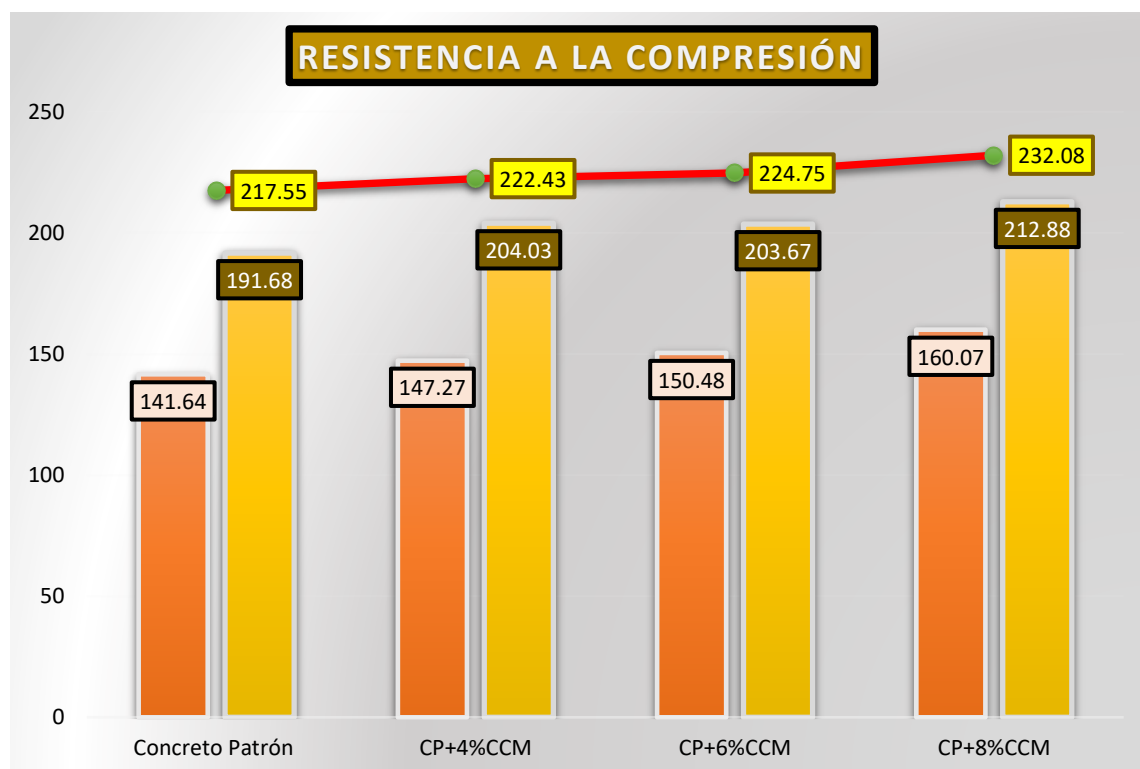
Síntesis de esfuerzos promedios a compresión

Esfuerzo de resistencias	
Muestra	Días

	7	14	28
Concreto Patrón	141.64	191.68	217.55
CP+4%CCM	147.27	204.03	222.43
CP+6%CCM	150.48	203.67	224.75
CP+8%CCM	160.07	212.88	232.08

Figura 34

Comparativa de los esfuerzos a compresión en diferentes periodos



Se realizaron Síntesis de resistencia a compresión en diversas etapas de curado para observar el comportamiento del concreto convencional en comparación con el concreto que incorpora ceniza de carbón mineral en diferentes proporciones. Cabe destacar que, tras evaluar distintas dosificaciones, se determinó que la adición del 8% de CCM representa el porcentaje óptimo a utilizar.

4.1.3 Resistencia a la flexión con adición de CCM en 4%, 6% y 8%

a) Resistencias a la flexión logradas del modelo patrón

Tabla 34

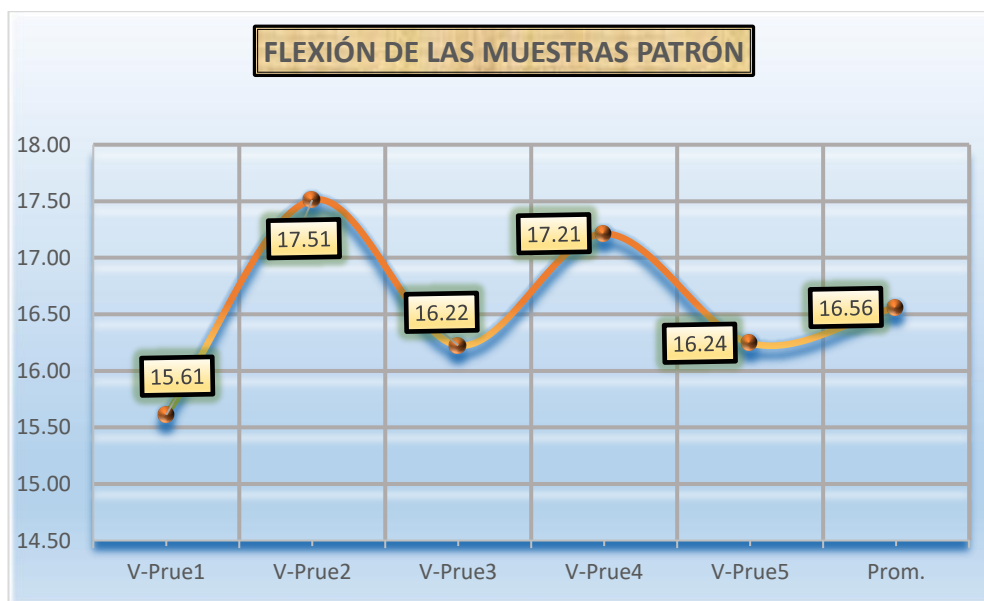
Compilación del esfuerzo a la flexión de la V.P. - 7

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm2	Edad Días
1	V-Prue1	1050.25	15.611	
2	V-Prue2	1181.98	17.511	
3	V-Prue3	1091.53	16.225	7
4	V-Prue4	1157.99	17.213	
5	V-Prue5	1096.51	16.245	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 16.56kg/cm².

Figura 35

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la V.P. - 7



La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 16.56kg/cm².

Tabla 35

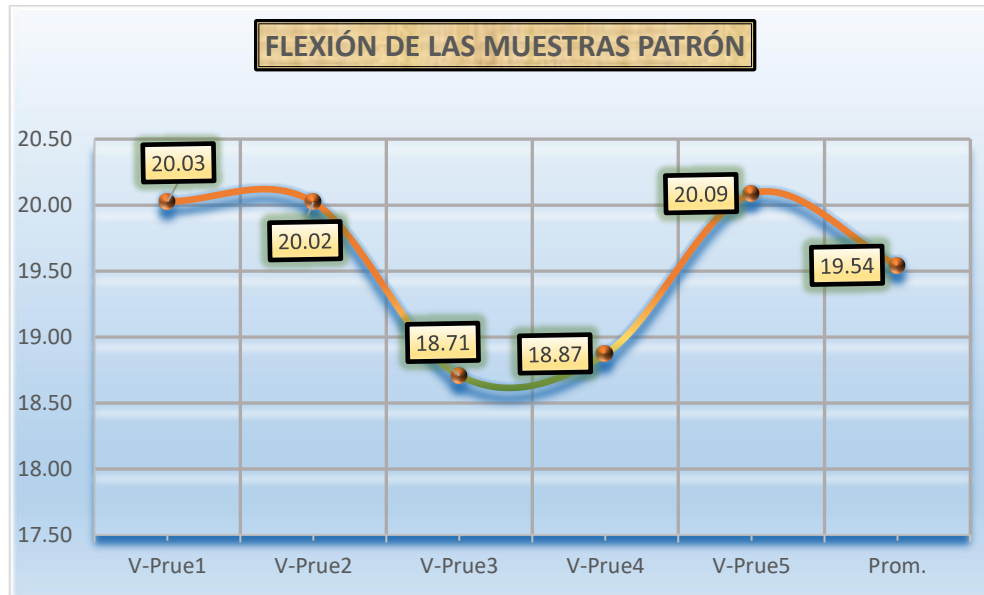
Compilación del esfuerzo a la flexión de la V.P. - 14

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm ²	Edad Días
1	V-Prue1	1347.32	20.027	14
2	V-Prue2	1351.52	20.023	
3	V-Prue3	1262.78	18.708	
4	V-Prue4	1273.85	18.872	
5	V-Prue5	1351.32	20.087	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 19.54kg/cm².

Figura 36

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la V.P. - 14



La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 19.54kg/cm².

Tabla 36

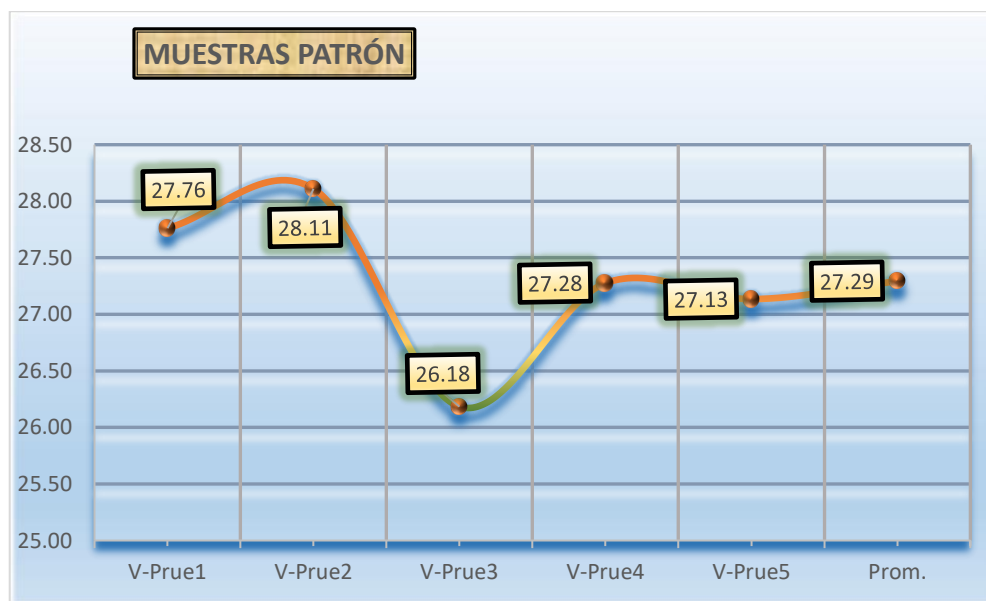
Compilación del esfuerzo a la flexión de la V.P. - 28

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm2	Edad Días
1	V-Prue1	1867.65	27.761	28
2	V-Prue2	1897.45	28.110	
3	V-Prue3	1767.42	26.184	
4	V-Prue4	1841.13	27.276	
5	V-Prue5	1831.58	27.135	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 27.135kg/cm².

Figura 37

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la V.P. - 28



La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 27.29kg/cm².

Evolución de las muestras en distintos días de curado

Tabla 37

Compilación de la resistencia a la flexión de la V.P.

Resistencias a la flexión obtenidas (kg/cm ²)			
	7	14	28
V.P.	16.56	19.54	27.29

Las resistencias a compresión apreciadas a continuación fueron tomadas en un plazo de 28 días estas fueron los resultados que se aprecian en la tabla, la resistencia promedio a los 7 días fue de 16.56kg/cm², mientras que a los 14 días fue de 19.54kg/cm² y finalmente a los 28 días fue de 27.29kg/cm².

Figura 38

Comparativa de la resistencia a la flexión de la V.P.



La grafica muestra una comparativa evolutiva de las resistencias a la flexión logradas por la V.P. versus el tiempo en las cuales fueron ejecutadas sus respectivos ensayos.

b) Resistencias a la flexión logradas adicionando 4%CCM

Tabla 38

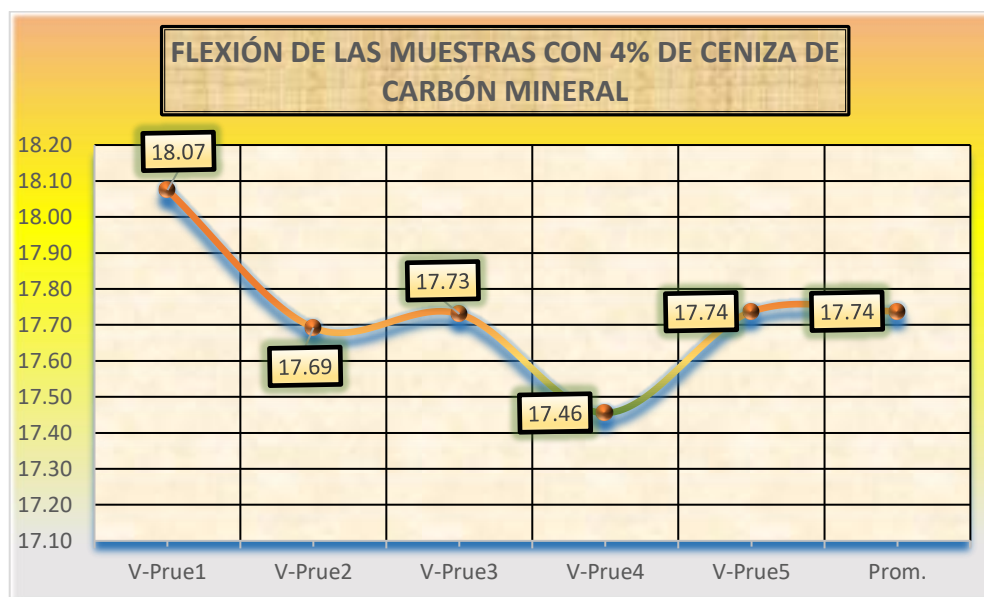
Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga +4%CCM-7

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm ²	Edad Días
1	V-Prue1	1215.98	18.075	7
2	V-Prue2	1194.23	17.692	
3	V-Prue3	1196.81	17.731	
4	V-Prue4	1178.23	17.455	
5	V-Prue5	1197.23	17.737	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 17.737kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 39

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga +4% CCM-7



La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 17.74kg/cm².

Tabla 39

Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 4% CCM - 14

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm2	Edad Días
1	V-Prue1	1374.87	20.437	14
2	V-Prue2	1393.47	20.644	
3	V-Prue3	1322.26	19.589	
4	V-Prue4	1473.78	21.834	
5	V-Prue5	1392.71	20.633	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 21.834kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 40

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 4% CCM - 14



La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 20.63kg/cm².

Tabla 40

Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 4% CCM - 28

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm2	Edad Días
1	V-Prue1	1881.41	27.966	
2	V-Prue2	1894.78	28.071	
3	V-Prue3	1990.71	29.492	28
4	V-Prue4	1979.36	29.324	
5	V-Prue5	1978.54	29.312	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 29.312kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional

Figura 41

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 4%CCM - 28



La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 28.83kg/cm².

Evolución de las muestras con CCM en 4% en distintos días de curado

Tabla 41

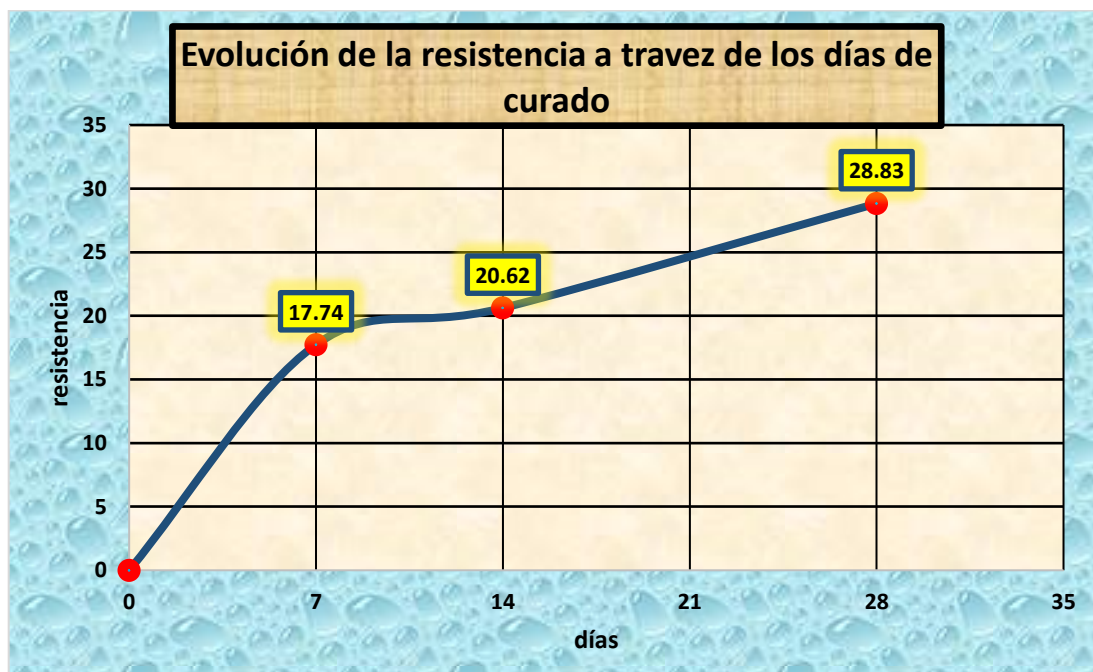
Compilación de la resistencia a la flexión de la viga con CCM en 4%

Resistencias a la flexión obtenidas (kg/cm ²)			
	7	14	28
V.P.	17.74	20.62	28.83

Las resistencias a compresión apreciadas a continuación fueron tomadas en un plazo de 28 días estas fueron los resultados que se aprecian en la tabla, la resistencia promedio a los 7 días fue de 17.74kg/cm², mientras que a los 14 días fue de 20.62kg/cm² y finalmente a los 28 días fue de 28.83kg/cm².

Figura 42

Comparativa de la resistencia a la flexión de la viga con CCM en 4%.



La grafica muestra una comparativa evolutiva de las resistencias a la flexión logradas por la V.P. con adición de ceniza de carbón mineral en 4% versus el tiempo en las cuales fueron ejecutadas sus respectivos ensayos.

c) Resistencias a la flexión logradas adicionando 6%CCM

Tabla 42

Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga + 6%CCM-7

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm ²	Edad Días
1	V-Prue1	1148.45	17.071	7
2	V-Prue2	1256.98	18.622	
3	V-Prue3	1136.76	16.841	
4	V-Prue4	1224.25	18.137	
5	V-Prue5	1169.25	17.322	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 17.322/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional

Figura 43

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga +6% CCM-7



La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 17.60kg/cm².

Tabla 43

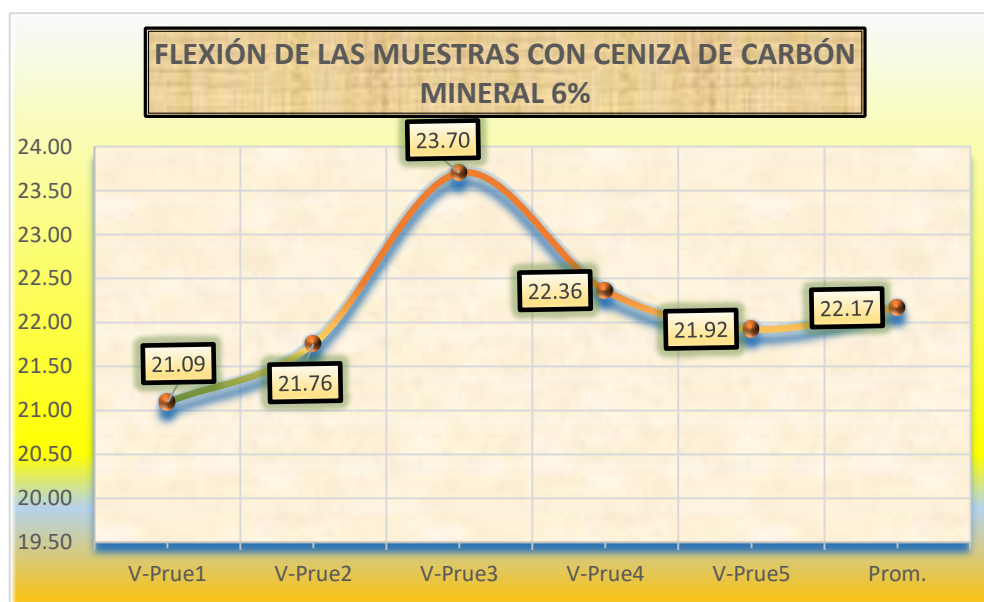
Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 6% CCM - 14

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm ²	Edad Días
1	V-Prue1	1419.03	21.093	14
2	V-Prue2	1468.50	21.756	
3	V-Prue3	1599.79	23.701	
4	V-Prue4	1509.41	22.362	
5	V-Prue5	1479.80	21.923	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 21.923kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 44

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 6% CCM - 14



La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 22.17kg/cm².

Tabla 44

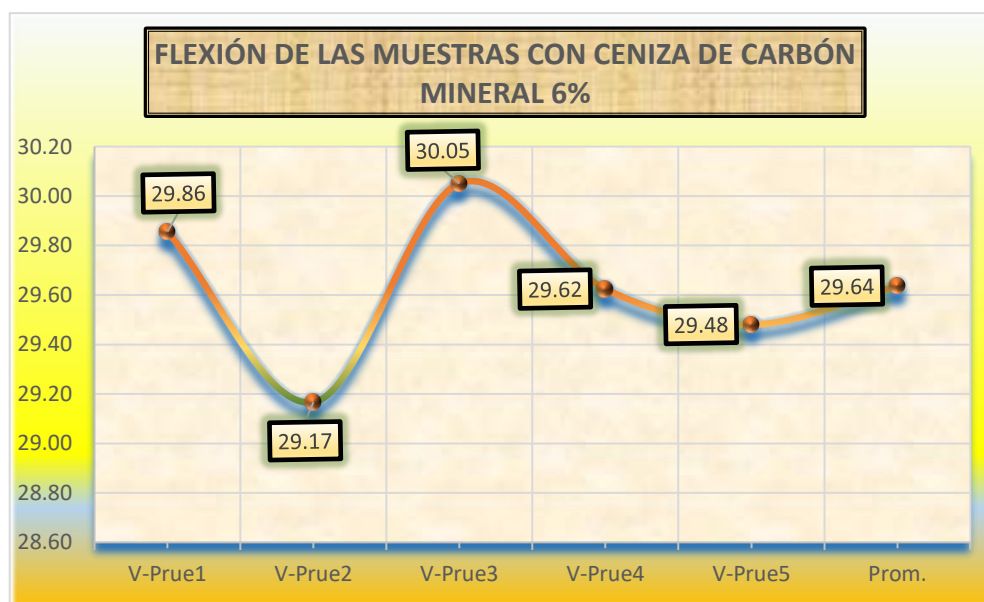
Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 6% CCM - 28

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm2	Edad Días
1	V-Prue1	2008.58	29.856	
2	V-Prue2	1968.77	29.167	
3	V-Prue3	2028.45	30.051	28
4	V-Prue4	1999.61	29.624	
5	V-Prue5	1989.93	29.480	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 29.480kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 45

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 6%CCM - 28



La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 29.64kg/cm².

Evolución de las muestras con CCM 6% en distintos días de curado

Tabla 45

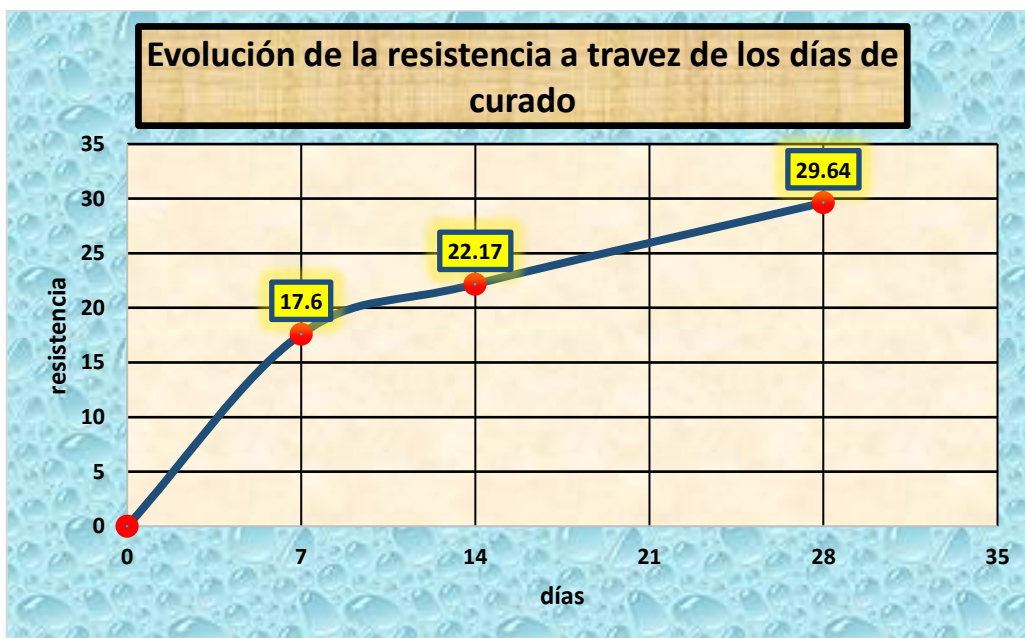
Compilación de la resistencia a la flexión de la viga con CCM en 6%

Resistencias a la flexión obtenidas (kg/cm ²)			
	7	14	28
V.P.	17.60	22.17	29.64

Las resistencias a compresión apreciadas a continuación fueron tomadas en un plazo de 28 días estas fueron los resultados que se aprecian en la tabla, la resistencia promedio a los 7 días fue de 17.60kg/cm², mientras que a los 14 días fue de 22.17kg/cm² y finalmente a los 28 días fue de 29.64kg/cm².

Figura 46

Comparativa de la resistencia a la flexión de la viga con 6% de CCM.



La grafica muestra una comparativa evolutiva de las resistencias a la flexión logradas por la V.P. con adición de ceniza de carbón mineral en 6% versus el tiempo en las cuales fueron ejecutadas sus respectivos ensayos.

d) Resistencias a la flexión logradas adicionando 8%CCM

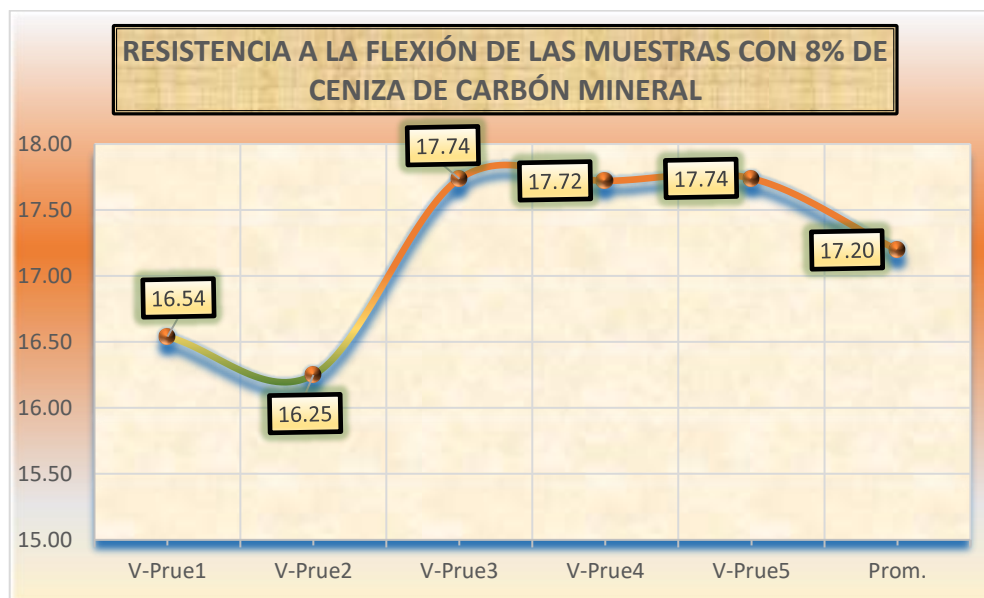
Tabla 46

Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga +8%CCM-7

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm ²	Edad Días
1	V-Prue1	1112.76	16.540	
2	V-Prue2	1096.89	16.250	
3	V-Prue3	1197.21	17.736	7
4	V-Prue4	1196.16	17.721	
5	V-Prue5	1197.41	17.739	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 17.739kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 47

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga +8% CCM-7

La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 17.20kg/cm².

Tabla 47

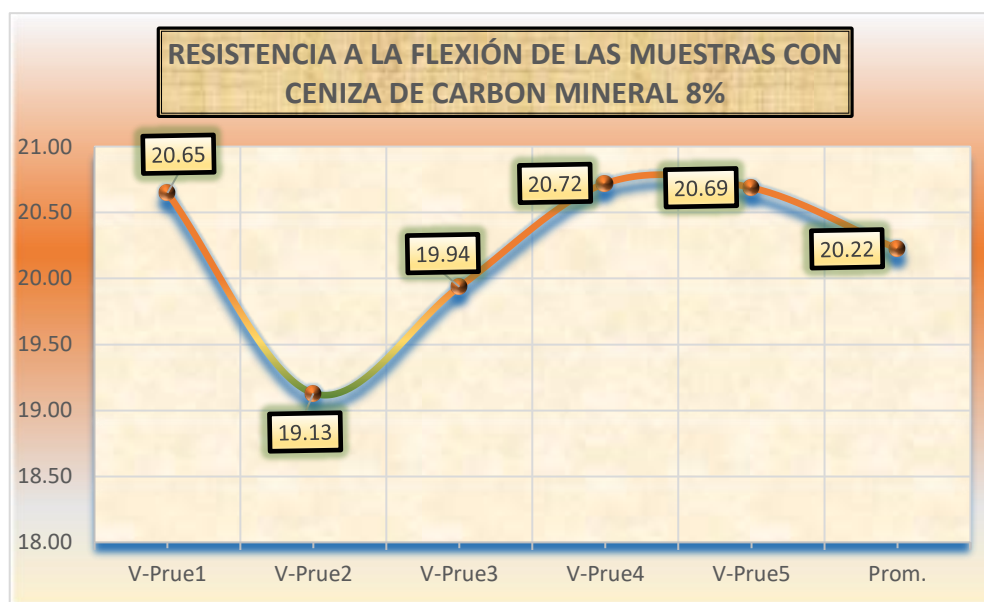
Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 8% CCM - 14

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm2	Edad Días
1	V-Prue1	1389.15	20.649	14
2	V-Prue2	1291.26	19.130	
3	V-Prue3	1345.78	19.937	
4	V-Prue4	1398.65	20.721	
5	V-Prue5	1396.45	20.688	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 20.688kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 48

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 8% CCM - 14



La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 20.22kg/cm².

Tabla 48

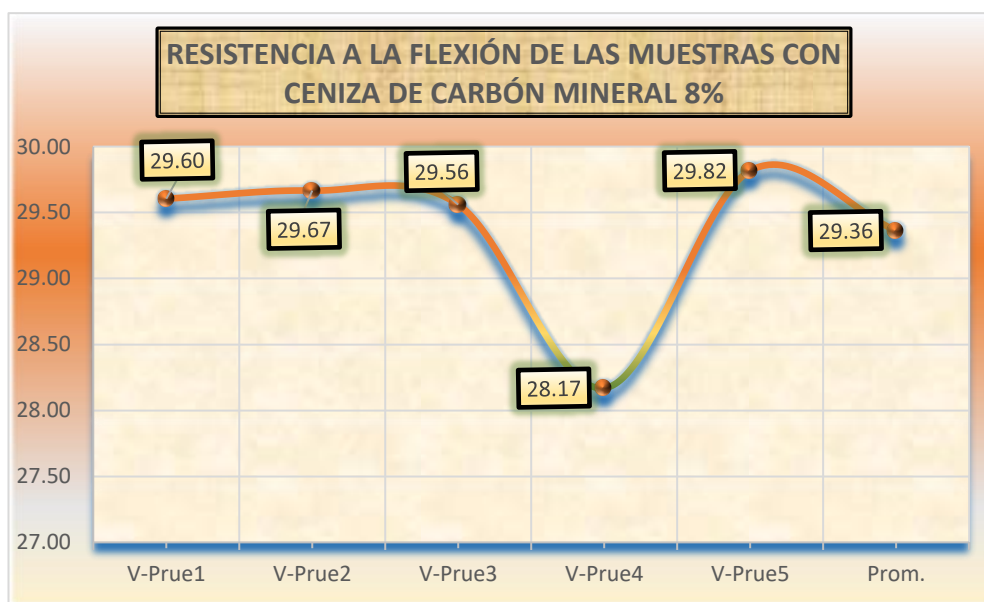
Compilación del esfuerzo a la flexión de la viga con 8% CCM - 28

Nº	Representación	Dial (Kg)	Flexión (Mr) Kg/Cm2	Edad Días
1	V-Prue1	1991.65	29.605	28
2	V-Prue2	2002.47	29.666	
3	V-Prue3	1995.32	29.560	
4	V-Prue4	1901.41	28.169	
5	V-Prue5	2012.68	29.817	

Las resistencias a la flexión alcanzadas por las viguetas creadas en el estudio, arrojaron una resistencia promedio de 29.817kg/cm², siendo el caso de que en estas muestras las resistencias mejoraron significativamente a comparación del modelo convencional.

Figura 49

Síntesis comparativo de resistencia a la flexión de la viga con 8%CCM - 28



La grafica que se muestra a continuación nos da a conocer que la resistencia promedio de las viguetas diseñadas en nuestro estudio siendo el valor promedio de 29.36kg/cm².

Evolución de las muestras con CCM en distintos días de curado

Tabla 49

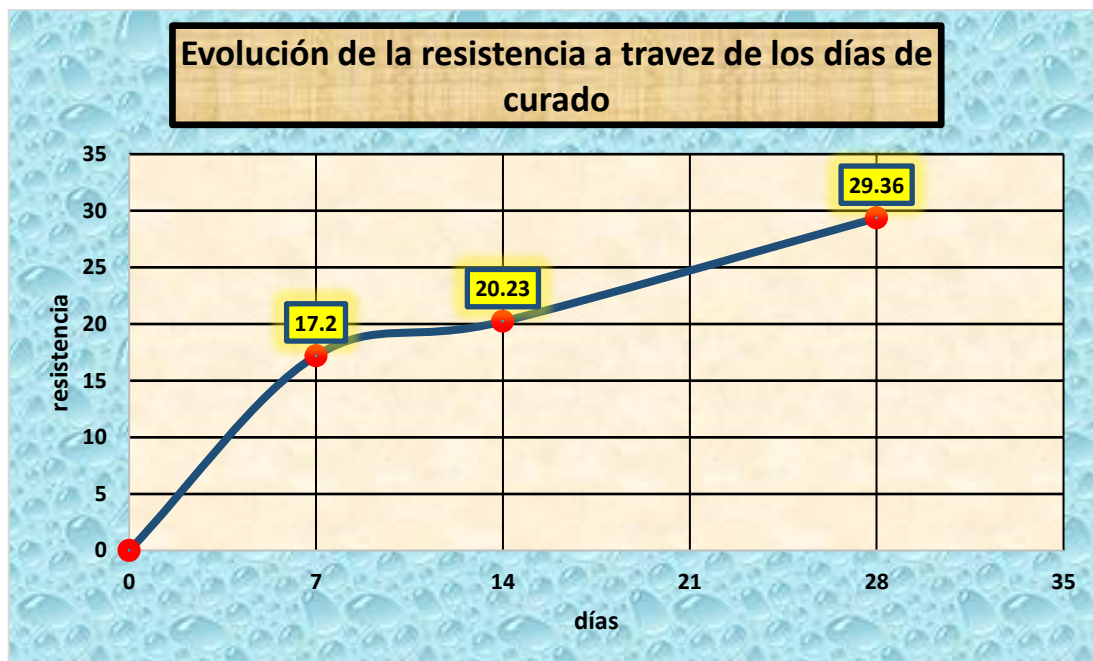
Compilación de la resistencia a la flexión de la viga con TPR en 0.20%

Resistencias a la flexión obtenidas del concreto patrón (kg/cm²)			
	7	14	28
V.P.	17.20	20.23	29.36

Las resistencias a compresión apreciadas a continuación fueron tomadas en un plazo de 28 días estas fueron los resultados que se aprecian en la tabla, la resistencia promedio a los 7 días fue de 17.20kg/cm², mientras que a los 14 días fue de 20.23kg/cm² y finalmente a los 28 días fue de 29.36kg/cm².

Figura 50

Comparativa de la resistencia a la flexión de la viga CCM en 8%.



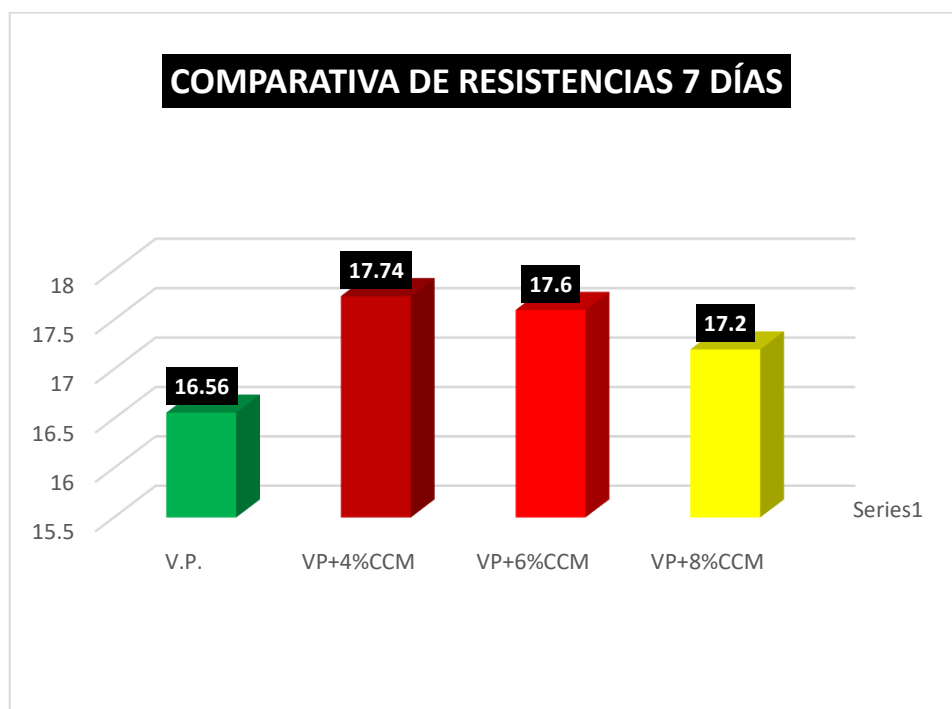
La grafica muestra una comparativa evolutiva de las resistencias a la flexión logradas por la V.P. con adición de ceniza de carbón mineral en 8% versus el tiempo en las cuales fueron ejecutadas sus respectivos ensayos.

Tabla 50

Síntesis de esfuerzos promedios a flexión

Esfuerzo de resistencias a la flexión (KG/CM2)	
Muestra	Días 7
V.P.	16.56
VP+4%CCM	17.74
VP+6%CCM	17.6
VP+8%CCM	17.2

Figura 51

Comparativa de los esfuerzos de resistencia a flexión

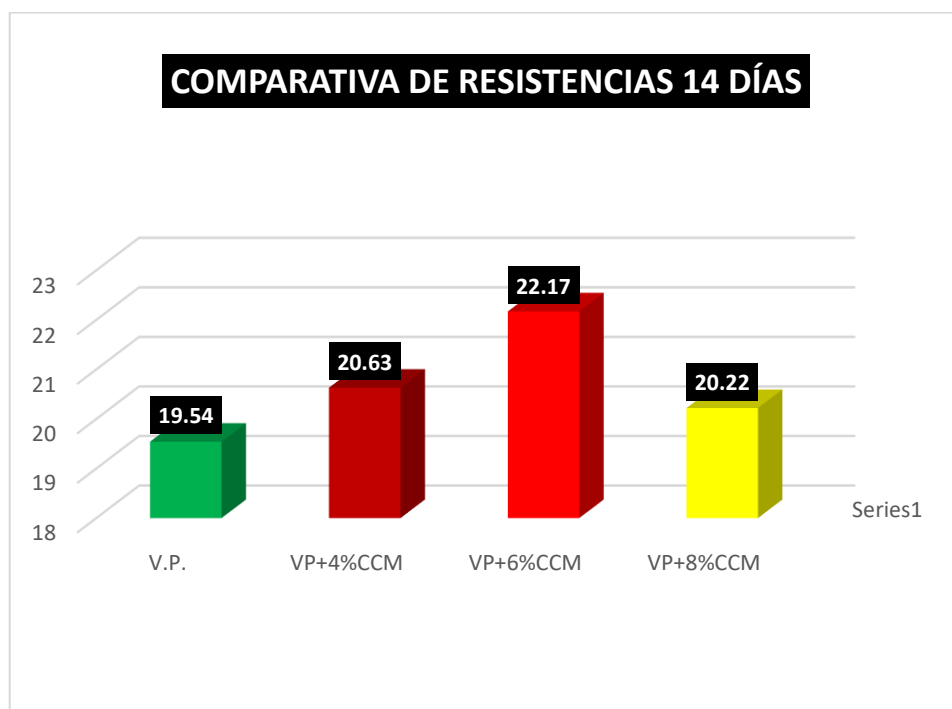
Se realizaron Síntesis de resistencia a la flexión en el día 7 de curado para observar el comportamiento del concreto convencional en comparación con las vigas que tienen distintos porcentajes de ceniza de carbón mineral en diferentes proporciones. Cabe destacar que, tras evaluar distintas dosificaciones, se determinó que la adición del 4% de ceniza de carbón mineral representa el porcentaje óptimo al menos durante los primeros días.

Tabla 51

Síntesis de esfuerzos promedios a flexión

Esfuerzo de resistencias a la flexión (KG/CM ²)	
Muestra	Días 14
V.P.	19.54
VP+4%CCM	20.63
VP+6%CCM	22.17
VP+8%CCM	20.22

Figura 52

Comparativa de los esfuerzos de resistencia a flexión

Se realizaron Síntesis de resistencia a la flexión en el día 14 de curado para observar el comportamiento del concreto convencional en comparación con las vigas que tienen distintos porcentajes de ceniza de carbón mineral en diferentes proporciones. Cabe destacar que, tras evaluar distintas dosificaciones, se determinó que la adición del 6% de ceniza de carbón mineral representa el porcentaje óptimo al menos durante los primeros días.

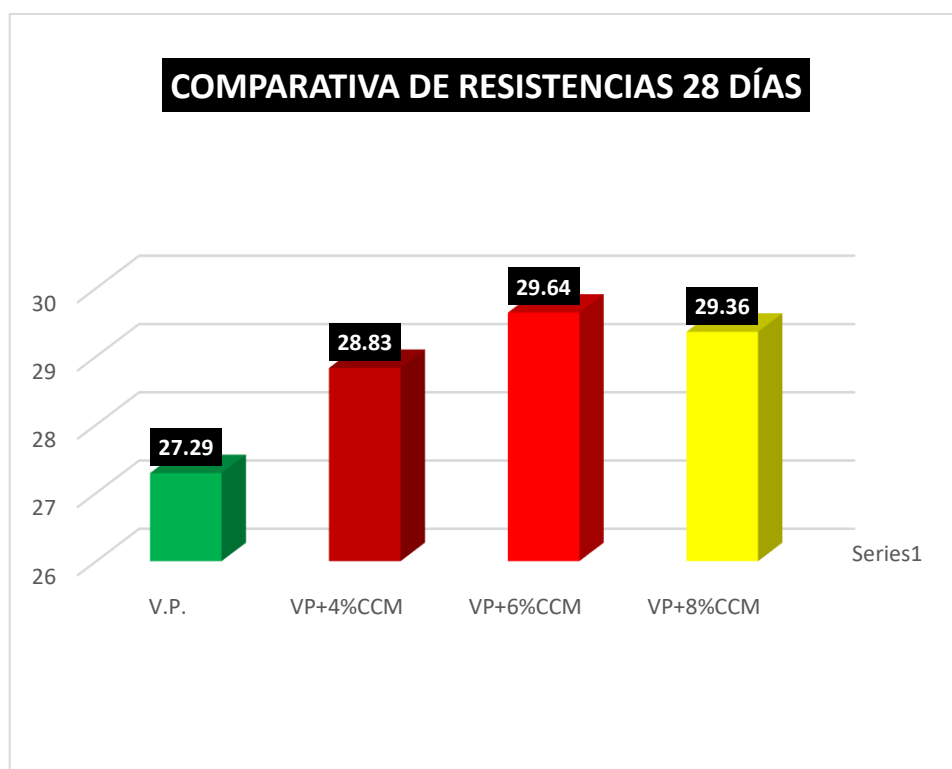
Tabla 52

Síntesis de esfuerzos promedios a flexión

Esfuerzo de resistencias a la flexión (KG/CM2)	
Muestra	Días 28
V.P.	27.29
VP+4%CCM	28.83
VP+6%CCM	29.64
VP+8%CCM	29.36

Figura 53

Comparativa de los esfuerzos de resistencia a flexión



Se realizaron Síntesis de resistencia a la flexión en el día 28 de curado para observar el comportamiento del concreto convencional en comparación con las vigas que tienen distintos porcentajes de ceniza de carbón mineral en diferentes proporciones. Cabe destacar que, tras evaluar distintas dosificaciones, se determinó que la adición del 6% de ceniza de carbón mineral representa el porcentaje más óptimo.

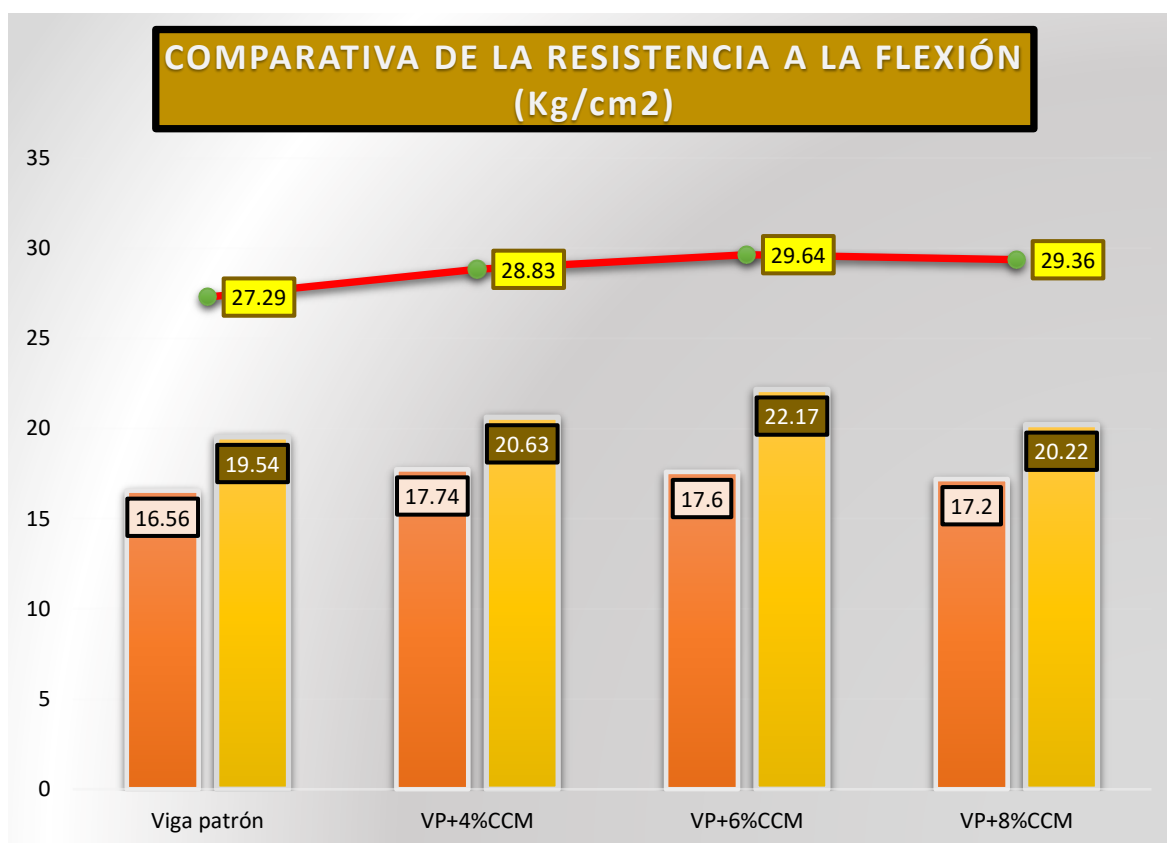
Tabla 53

Síntesis de esfuerzos promedios a flexión

Esfuerzo de resistencias a la flexión (KG/CM2)			
Muestra	7	Días 14	28
V.P.	16.56	19.54	27.29
VP+4%CCM	17.74	20.63	28.83
VP+6%CCM	17.60	22.17	29.64
VP+8%CCM	17.20	20.22	29.36

Figura 54

Comparativa de los esfuerzos de resistencia a flexión



Se realizaron Síntesis de resistencia a la flexión en diversas etapas de curado para observar el comportamiento del concreto convencional en comparación con las vigas que tienen distintos porcentajes de ceniza de carbón mineral en diferentes proporciones. Cabe destacar que, tras evaluar distintas dosificaciones, se determinó que la adición del 6% de ceniza de carbón mineral representa el porcentaje óptimo a utilizar.

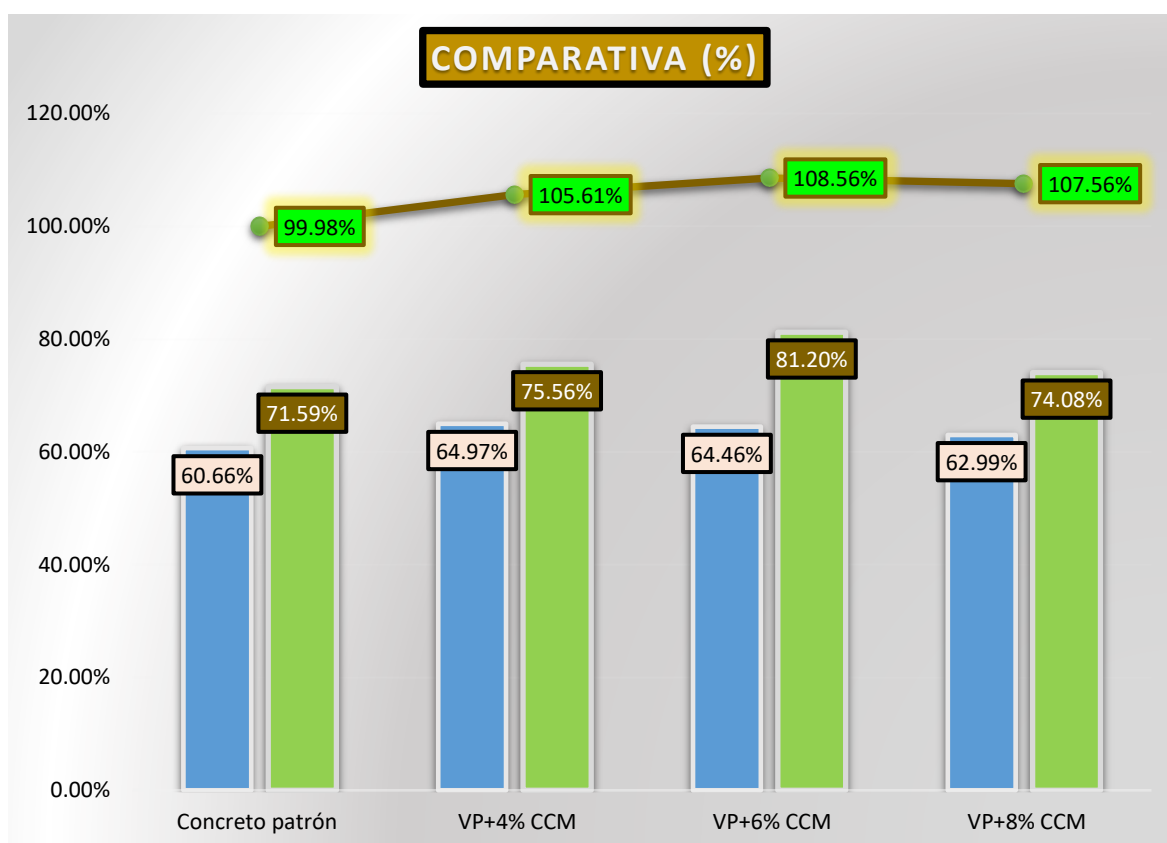
Tabla 54

Compilación de resistencia a la flexión alcanzadas

Muestra	Esfuerzo a compresión			diferencia
	7	14	28	
Concreto patrón	60.66%	71.59%	99.98%	-0.02%
VP+4% CCM	64.97%	75.56%	105.61%	5.61%
VP+6% CCM	64.46%	81.20%	108.56%	8.56%
VP+8% CCM	62.99%	74.08%	107.56%	7.56%

Figura 55

Comparativa de los porcentajes de resistencia a la flexión alcanzados



Se puede divisar las evoluciones correspondientes a cada muestra y sus valores más altos a los 7, 14 y 28 días de curado por ende se puede deducir que la incorporación de este material es beneficioso trayendo consigo mejoras sobre las muestras elaboradas naturalmente como lo es generalmente.

Tabla 55

Compilación de resistencia a la flexión alcanzadas

Esfuerzo a compresión	
Muestra	diferencia
VP	-0.02%
VP + 4% CCM	5.61%
VP + 6% CCM	8.56%
VP + 8% CCM	7.56%

Figura 56

Comparativa de los porcentajes de resistencia a la flexión alcanzados



Se puede divisar las evoluciones correspondientes a cada muestra y sus valores más altos a los 28 días de curado por ende se puede deducir que la incorporación de este material es beneficioso trayendo consigo mejorías sobre las muestras elaboradas naturalmente como lo es generalmente.



4.2 Discusión de resultados

En el estudio conducido por Mangi et. al. (2019), se llevó a cabo la incorporación de cenizas de carbón mineral en distintas proporciones que oscilan entre 0%-30%. El objetivo era emplear las cenizas de carbono en la producción de concretos y su influencia en las propiedades de este. El experimento consistió en crear 120 muestras, en las que se utilizaron diversos grados de finura de la CBA molida para sustituir parcialmente al cemento. La utilización de CBA molida no condujo a ninguna mejora sustancial de la resistencia a la compresión y a la tracción del concreto, especialmente durante las primeras fases de su producción. El objetivo de alcanzar una resistencia a la compresión de 35 MPa se logró con éxito en un plazo de 28 días utilizando un 10% de CBA molida. Sin embargo, fue necesario un periodo mucho más largo para alcanzar una concentración de mezcla de control de 44,5 MPa.



CONCLUSIONES

C1- La adición de las cenizas de carbón mineral en sus distintas dosificaciones de 4%, 6% y 8% lograron demostrar tener una influencia negativa en cuanto a trabajabilidad respecta. El concreto patrón tiene una trabajabilidad de 3.71" mientras que la adición de 8% de cenizas de carbón mineral redujo la trabajabilidad del concreto hasta 3.4" lo cual indica que a mayor adición de cenizas más se reduce la trabajabilidad del mismo.

C2- La ceniza de carbón mineral en proporciones de 4%, 6% y 8%, como adicinante a la mezcla, mostro resultados significativos y que aportan propiedades interesantes a la mezcla. Los resultados indican que la muestra patrón alcanzo una resistencia a la compresión de 217.55kg/cm². Al adicionar el 4%, la resistencia a la compresión se incrementó a 222.43kg/cm², con un 6% de adición fue de 224.75kg/cm² y finalmente aumentando a 8% de ceniza de carbón mineral incremento a 232.08kg/cm².

C3 Las cenizas en dosificaciones de 4%, 6% y 8%, como adicinante del concreto, mostro que pueden generar mejorías significativas sobre las resistencias concernientes a la flexión. Los resultados a las pruebas de flexión a arrojan resultados favorables teniendo una resistencia de 27.29 kg/cm² para la muestra convencional. Al adicionar el 4% con ceniza de carbón mineral, se consideró un gran aumento con 28.83 kg/cm²; con un 6% de adición, la resistencia continuó incrementándose a 29.64 kg/cm². Sin embargo, con el 8% de adicionar, la resistencia logro alcanzar un 29.36 kg/cm².



RECOMENDACIONES

R1- Investigar algunos métodos alternativos para mitigar el impacto negativo de la ceniza de carbón mineral en lo que el asentamiento del concreto respecta.

R2- Se sugiere realizar más pruebas adicionales utilizando más porcentajes de cenizas de carbón mineral, lo cual nos brindara información más amplia sobre los aportes de la adición de las cenizas de carbón mineral en la resistencia a la compresión del concreto.

R3- Se sugiere llevar a cabo pruebas adicionales utilizando diferentes porcentajes de cenizas de carbón mineral, para encontrar el valor optimo del mismo para la elaboración de vigas y viguetas.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Alfonso, B. M., Eusebio, M. O., Carlos, & Flavio, M. O., Juan. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Apaza Lazo, E. V., & Salcedo Tejeda, J. L. (2019). *Influencia de la Ceniza de Hoja de Maíz, Cáscara de Cebada y Bagazo de Caña de Azúcar (Materiales Puzolánicos Artificiales), Como Sustitutos Parciales del Cemento en la Resistencia del Concreto Para Diseños: $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$ en la Ciudad de Arequipa*.
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8803>
- Apaza Quispe, E. S. (2022). Análisis técnico económico de la fibra de basalto como sustituto del agregado grueso para el concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ Carabaya—Puno, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96284>
- Barrientos-Monsalve, E. J. (2020). Comportamiento del concreto ante la fibra y ceniza volcánica. *Mundo FESC*, 10(19), Article 19.
- Boyer Bocanegra, D. A. (2022). *Evaluación de las características físicas y mecánicas de unidades de albañilería confinada de concreto y plástico PET proveniente de botellas de agua en el distrito de Chiclayo, 2019*.
<http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/5310>
- Buertey, J., Offei, W., Adjei-Kumi, T., & Atsrin, F. (2018). Effect of aggregates minerology on the strength of concrete: Case study of three selected quarry products in Ghana. *Journal of Civil Engineering and Construction Technology*, 9, 1-10.
<https://doi.org/10.5897/JCECT2017.0472>
- Buitron Quispe, Y. (2023). Propiedades mecánicas de muros de albañilería con bloques de concreto modificado con cenizas de rastrojo de cebada, Chupaca, Junín 2022.



Universidad Peruana Los Andes.

<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/5711>

Calderon Lopez, N. A. (2022). Efectos de la estabilización con cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades de la subrasante, carretera Caracoto – Suches, Puno, 2022. *Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101625>

Cano Salazar, E. I. (2017). *Ceniza volante de carbón mineral para adición en mezclas de concreto* [Other, Universidad de San Carlos de Guatemala].

<http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>

Contreras García, S. P. (2022). Mejoramiento de subrasante utilizando cenizas de cáscara de caña de azúcar y hoja de plátano en Calle 1 del AA.HH. Francisco Bolognesi, Ancash – 2022. *Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112750>

Espinoza Romero, K. M. (2019). Evaluación del curado interno del concreto, empleando material cerámico en la mezcla del concreto. *Universidad Nacional Hermilio Valdizán.* <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5490>

Freire Paredes, E. A. (2024). *Análisis de la resistividad eléctrica como parámetro de control del hormigón y de su durabilidad en concreto con y sin ceniza volcánica: Componente A: evaluación de probetas sin adición de ceniza con resistividad eléctrica, en toda la etapa de fraguado y saturación, así como microestructura a los 56 días.* <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25642>

Guadalupe, G. D., & Concepción, G. D. (2020). *Metodología de la investigación.* Grupo Editorial Patria.

Guerrero Calderon, N. Y. (2022). Influencia de los cerámicos reciclados en las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm² en Jaén 2022. *Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/116595>



- Huamani Cordero, W. A. (2019). *Estudio de resistencia del concreto elaborado con escombros de concreto y tabiquería—Lima—2019.*
- Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos.* Noveduc.
- León, O. P., Porras, A. C., & Castiblanco, Y. L. V. (2017). Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados. *Tecnura*, 21(53), Article 53. <https://doi.org/10.14483/22487638.8195>
- Lynch, G. (2020). *La investigación de las Representaciones Sociales: Enfoques teóricos e implicaciones metodológicas.* <http://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/1778>
- McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2017). *Diseño de concreto reforzado.* Alpha Editorial.
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación* [Text.Chapter]. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Miranda, C., & Alexander, C. (2021). *Resistencia del concreto sustituyendo el cemento por cenizas de cáscara de arroz y cenizas de carbón.* <https://repositorio.usanpedro.edu.pe/items/bc2aaeef-bda5-418f-9bf4-c2b6d10925b7>
- Pérez, G., & Fernando, J. (2016). *Aprovechamiento de cenizas de carbón mineral producidas en la industria local como material conglomerante en la construcción* [masterThesis, Universidad de Medellín]. <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/65>
- Polo Lopez, A. A., & Arce Flores, J. L. (2022). Influencia de cenizas de carbón mineral de cocina en concretos estandar elaborados con agregados del Río Llamacocha – Conchucos 2021. *Repositorio Institucional - UNS.* <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4031>



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuáles son las propiedades del concreto convencional con la adición de ceniza de carbón mineral en el distrito de San Miguel 2024?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar las propiedades del concreto convencional con la adición de ceniza de carbón mineral en el distrito de San Miguel 2024.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Las propiedades del concreto convencional con la adición de ceniza de carbón mineral en el distrito de San Miguel 2024, mejorarán positivamente.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>CENIZA DE CARBÓN MINERAL</p> <p>Dimensiones: <i>Proporciones de adición de cenizas de carbón mineral</i> M+4%CCM M+6%CCM M+8%CCM</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL</p> <p>Dimensiones: <i>Resistencia a la compresión</i> <i>Resistencia a la flexión</i></p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p> <p>Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es el efecto del empleo de ceniza de carbón mineral en el asentamiento del concreto convencional fresco en el distrito de San Miguel, 2024?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel, 2024?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel, 2024?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar el efecto del empleo de ceniza de carbón mineral en el asentamiento del concreto convencional fresco en el distrito de San Miguel, 2024.</p> <p>Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel, 2024.</p> <p>Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel, 2024.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>El efecto del empleo de ceniza de carbón mineral en el asentamiento del concreto convencional fresco en el distrito de San Miguel, 2024, mantendrá el asentamiento con variaciones mínimas.</p> <p>La influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel, 2024, será positiva.</p> <p>La influencia de la incorporación de ceniza de carbón mineral en la resistencia a la flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel, 2024, será positiva.</p>		

Anexo 2. Panel fotográfico

Fotografía 01. Pesado de las muestras en las instalaciones del laboratorio



Fotografía 02. Curado de briquetas



Fotografía 03. Medición de los testigos



Fotografía 04. Desmoldeo de las briquetas



Fotografía 05. Secado de las muestras al horno



Fotografía 06. Análisis de agregados



Fotografía 07. Testigos después de ser sometidos a compresión



Fotografía 08. Ensayo de resistencia a la compresión



Fotografía 09. Tamizado de los agregados gruesos de la cantera de Isla



Fotografía 10. Ensayo de densidad de los agregados





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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024
SOLICITANTE : ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA
CANERA : ISLA - AGREGADO GRUESO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>484.11</u>
N° 4	34.70	6.94	6.94	93.06	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>508.00</u>
					Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1326.85</u>
N° 8	206.36	41.27	48.21	51.79	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1635.10</u>
					PESO ESPECÍFICO	
N° 16	80.58	16.12	64.33	35.67	Wc+B =	<u>1835</u> Wc+B-W = <u>200</u>
N° 30	36.00	7.20	71.53	28.47	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{508.00}{1635.10 - 508.00} = 2.54$ gr/cm ³
N° 50	35.95	7.19	78.72	21.28	ABSORCIÓN	
N° 100	10.25	2.05	80.77	19.23	B =	<u>508.00</u> B-A = <u>23.89</u>
N° 200	96.16	19.23	100.00	0.00	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{23.89 \times 100}{484.11} = 4.93$ %
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	Observaciones sobre el Análisis Granulométrico	
SUMA	500.00	25.00			Mf = MÓDULO DE FINEZA <u>3.50</u>	

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>781.56</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada s/n ³ 07 <u>801.13</u>
					Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1326.85</u>
1"	845.39	8.45	8.45	91.55	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1826.47</u>
					PESO ESPECÍFICO	
3/4"	1994.78	19.95	28.40	71.60	Wc+B =	<u>2128</u> Wc+B-W = <u>302</u>
1/2"	2267.78	22.68	51.08	48.92	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{801.13}{1826.47 - 801.13} = 2.66$ gr/cm ³
3/8"	1836.36	18.36	69.44	30.56	ABSORCIÓN	
N° 4	2072.02	20.72	90.16	9.84	B =	<u>801.13</u> B-A = <u>19.57</u>
N° 8	935.65	9.36	78.80	21.20	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{19.57 \times 100}{781.56} = 2.50$ %
FONDO	48.02	0.48	79.28	20.72	Observaciones sobre el Análisis Granulométrico	
SUMA	10000.00	100.00				

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Msc. Arnaldo Yauri Torres

BIE: B007-00049926



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

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	370.66
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	359.47
PESO DEL TARRO (gr.)	51.30
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	319.36
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	308.17
PESO DEL AGUA (gr.)	11.19
% HUMEDAD	3.63

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	399.81
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	389.16
PESO DEL TARRO (gr.)	51.37
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	348.44
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	337.79
PESO DEL AGUA (gr.)	10.65
% HUMEDAD	3.15

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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

Mgr. Anacleto Yana Torres

BIE - B007 - 00049926



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO

 : ISLA - AGREGADO FINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	370.66
P.T.M. SECA	359.47
P.TARRO	51.30
P.AGUA	11.19
P.S.SECO	308.17
% HUMEDAD	3.63

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	399.81
P.T.M. SECA	389.16
P.TARRO	51.37
P.AGUA	10.65
P.S.SECO	337.79
% HUMEDAD	3.15

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9733	6135	2142	1680
9710	6135	2142	1669
9699	6135	2142	1664
			1671

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9478	6135	2142	1561
9610	6135	2142	1622
9491	6135	2142	1567
			1583

VARILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
10012	6135	2142	1810
10289	6135	2142	1939
9991	6135	2142	1800
			1850

VARILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9899	6135	2142	1757
9970	6135	2142	1790
9780	6135	2142	1702
			1750

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADAS POR LOS TESISISTAS EN LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



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

[Signature]

RIE: B007 - 00049926



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 Kg./cm.²

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024
SOLICITANTE : ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA
CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO
 : ISLA - AGREGADO FINO
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024
PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

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

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

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	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.66	2.54
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1750	1850
P.U. Suelto	1583	1671
% de Absorción	2.50	4.93
% de Humedad Natural	3.15	3.63
Modulo de Fineza	-	3.50

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal 3/4" (19.05mm)
- 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
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de: (205 Lt/m³) / (0.56) = 366 Kg/m³

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

BIF - B007 - 00049926



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



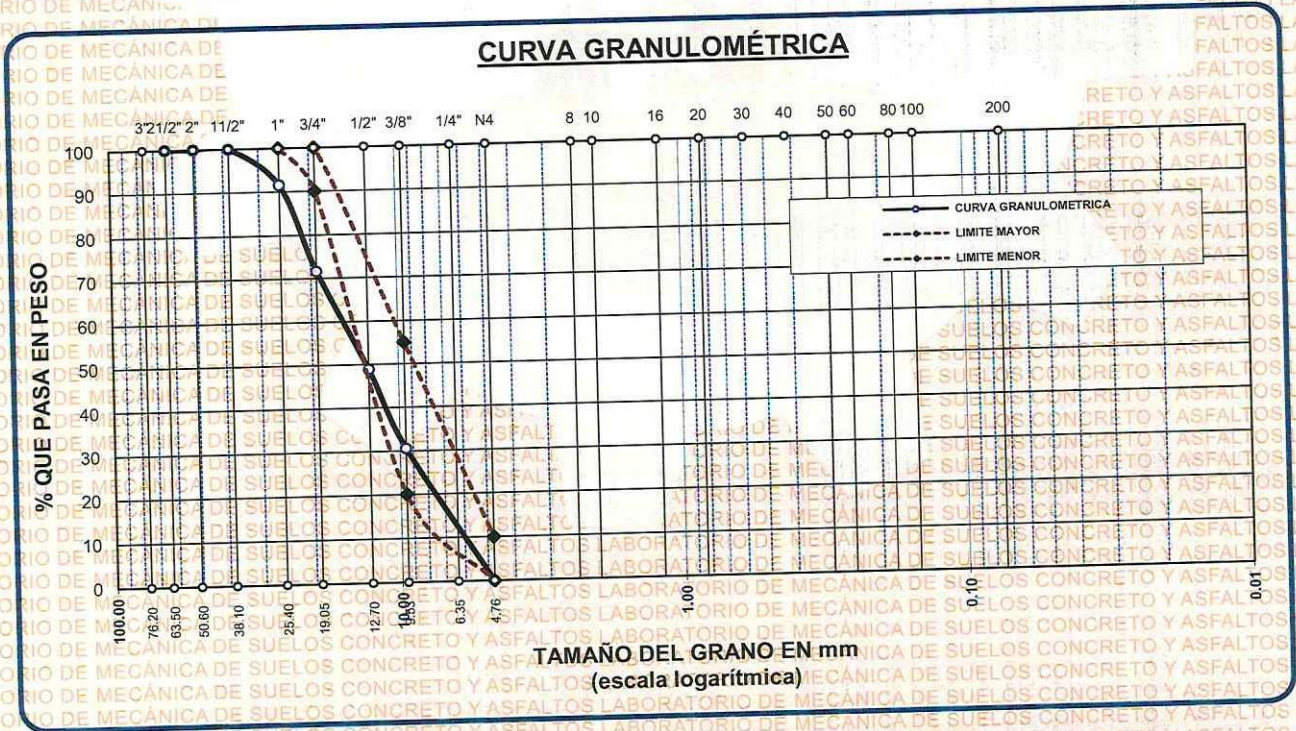
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

PROYECTO :
SOLICITANTE : ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA
CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 10000 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	845.39	8.45	8.45	91.55	100 %	
3/4"	19.050	1994.78	19.95	28.40	71.60	90 - 100 %	
1/2"	12.700	2267.78	22.68	51.08	48.92	20 - 55 %	
3/8"	9.525	1836.36	18.36	69.44	30.56		
1/4"	6.350					0 - 10 %	
No4	4.760	935.65	9.36	78.80	21.20		
BASE		48.02	0.48	79.3	20.7		
TOTAL		10000.00	100.00				
% PERDIDA		0.48					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.I. 103257

LABORATORIO M.S.C.A.
MIGUEL ALVARADO
JULIACA

RIE: B007 - 00049926



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

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

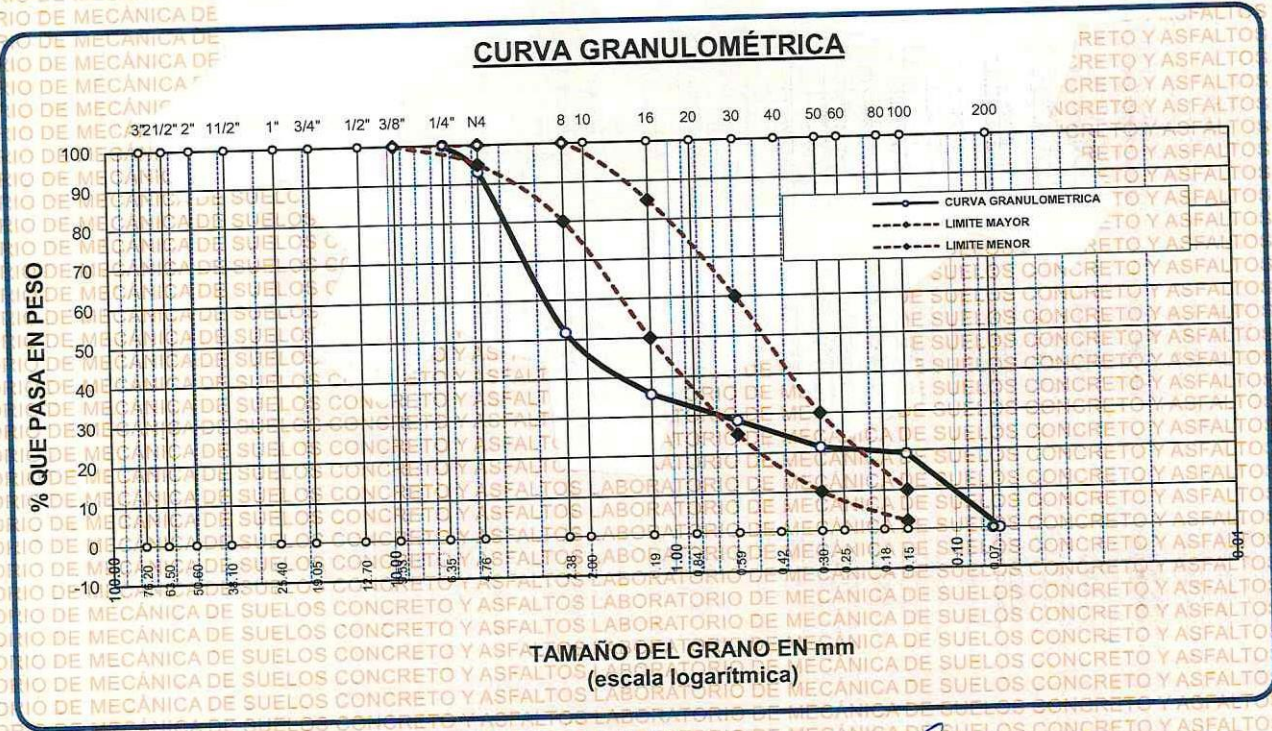
SOLICITANTE : ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA

CANTERA : ISLA - AGREGADO FINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr Módulo de Fineza = 3.50
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	34.70	6.94	6.94	93.06	80 - 100 %	OBSERVACIONES:
No8	2.380	206.36	41.27	48.21	51.79		
No10	2.000						
No16	1.190	80.58	16.12	64.33	35.67	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	36.00	7.20	71.53	28.47	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	35.95	7.19	78.72	21.28	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	10.25	2.05	80.77	19.23	2-10%	
No200	0.074	96.16	19.23	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A. JEFATURA
 Mgtr. Armando Yana Torres
 CIP 10122



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

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	6135 gr	6135 gr	6135 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
COLOCACIÓN DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9733.00 gr	9710.00 gr	9699.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3598.00 gr	3575.00 gr	3564.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.732 gr/cm ³	1.721 gr/cm ³	1.716 gr/cm ³
PROMEDIO		1.723 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	6135 gr	6135 gr	6135 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	10012.00 gr	10289.00 gr	9991.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3877.00 gr	4154.00 gr	3856.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.866 gr/cm ³	2.000 gr/cm ³	1.856 gr/cm ³
PROMEDIO		1.907 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Mgtr. Armando Juan Torres
CIP 10717



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

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	6135 gr	6135 gr	6135 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9478.00 gr	9610.00 gr	9491.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3343.00 gr	3475.00 gr	3356.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.045 gr/cm ³	1.086 gr/cm ³	1.049 gr/cm ³
PROMEDIO		1.060 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	6135 gr	6135 gr	6135 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9899.00 gr	9970.00 gr	9780.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3764.00 gr	3835.00 gr	3645.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.176 gr/cm ³	1.198 gr/cm ³	1.139 gr/cm ³
PROMEDIO		1.171 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 M^g. Arnoldo Yana Torres
 810 103257



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.50 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1750 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.550 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.550) * (1750) = 962 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (366) / (2.85 * 1000) = 0.128 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (962) / (2.66 * 1000) = 0.362 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.715 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.715) = 0.285 \text{ m}^3$$

$$(0.285) * (2.54) * 1000 = 724 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &(962) * (1.031528) = 992 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &(724) * (1.0363) = 750 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

$$205 - 962 * \left(\frac{3.15 - 2.5}{100} \right) - 724 \left(\frac{3.63 - 4.93}{100} \right) = 208$$

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	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	208	0.57
Agreg. Grueso	962	2.63	992	2.71
Agreg. Fino	724	1.98	750	2.05
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS /m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	87.11 Kg.
Agregado grueso húmedo	115.15 Kg.
Agua efectiva	24.17 Kg.



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CERDAS VELASQUEZ
FICP - CARRANGENIERIA CIVIL

Mg. Arnaldo Yana Torres
CIV. 193257



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:		Redondeo	
- 1.84	p3 de Arena	1.8	p3 de Arena
- 2.57	p3 de Piedra Chancada	2.6	p3 de Piedra Chancada
- 24	Lt de Agua	24	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 debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

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



 UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CERON VELASQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

 Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



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 COMPRESION

NTP 339.034

TEMA

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE

BACHILLER ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

01 - ABRIL - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	25091	15.01	176.95	141.80	210	01/04/2024	08/04/2024	7	67.52
2	B - 2	24996	14.98	176.24	141.83	210	01/04/2024	08/04/2024	7	67.54
3	B - 3	25075	15.01	176.95	141.71	210	01/04/2024	08/04/2024	7	67.48
4	B - 4	24897	14.98	176.24	141.26	210	01/04/2024	08/04/2024	7	67.27
5	B - 5	25056	15.01	176.95	141.60	210	01/04/2024	08/04/2024	7	67.43
Promedio De Esf. Rotura					141.64					67.45

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	33877	15.01	176.95	191.45	210	01/04/2024	15/04/2024	14	91.17
2	B - 2	33655	15.01	176.95	190.19	210	01/04/2024	15/04/2024	14	90.57
3	B - 3	33787	14.98	176.24	191.71	210	01/04/2024	15/04/2024	14	91.29
4	B - 4	33995	14.98	176.24	192.89	210	01/04/2024	15/04/2024	14	91.85
5	B - 5	34005	15.01	176.95	192.17	210	01/04/2024	15/04/2024	14	91.51
Promedio De Esf. Rotura					191.68					91.28

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	38559	15.01	176.95	217.91	210	01/04/2024	29/04/2024	28	103.77
2	B - 2	38655	15.01	176.95	218.45	210	01/04/2024	29/04/2024	28	104.02
3	B - 3	38761	15.01	176.95	219.05	210	01/04/2024	29/04/2024	28	104.31
4	B - 4	38382	14.98	176.24	217.78	210	01/04/2024	29/04/2024	28	103.70
5	B - 5	37968	15.01	176.95	214.57	210	01/04/2024	29/04/2024	28	102.18
Promedio De Esf. Rotura					217.55					103.60

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

Mgtr. Arnaldo Yara Torres
 CIP: 193257



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 COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024
SOLICITANTE: BACHILLER ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 01- ABRIL - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON CENIZA DE CARBÓN MINERAL 4%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2					
1	B - 1	26156	15.01	176.95	147.82	210	01/04/2024	08/04/2024	7	70.39	
2	B - 2	25969	15.01	176.95	146.76	210	01/04/2024	08/04/2024	7	69.89	
3	B - 3	26048	14.98	176.24	147.80	210	01/04/2024	08/04/2024	7	70.38	
4	B - 4	25989	14.98	176.24	147.46	210	01/04/2024	08/04/2024	7	70.22	
5	B - 5	25928	15.01	176.95	146.53	210	01/04/2024	08/04/2024	7	69.77	
Promedio De Esf. Rotura					147.27						70.13

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2					
1	B - 1	36056	15.01	176.95	203.76	210	01/04/2024	15/04/2024	14	97.03	
2	B - 2	36659	15.01	176.95	207.17	210	01/04/2024	15/04/2024	14	98.65	
3	B - 3	35991	15.01	176.95	203.40	210	01/04/2024	15/04/2024	14	96.86	
4	B - 4	35979	15.01	176.95	203.33	210	01/04/2024	15/04/2024	14	96.82	
5	B - 5	35828	15.01	176.95	202.48	210	01/04/2024	15/04/2024	14	96.42	
Promedio De Esf. Rotura					204.03						97.16

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2					
1	B - 1	39676	15.01	176.95	224.22	210	01/04/2024	29/04/2024	28	106.77	
2	B - 2	39145	14.98	176.24	222.11	210	01/04/2024	29/04/2024	28	105.77	
3	B - 3	39491	15.01	176.95	223.18	210	01/04/2024	29/04/2024	28	106.27	
4	B - 4	39169	15.01	176.95	221.36	210	01/04/2024	29/04/2024	28	105.41	
5	B - 5	39159	15.01	176.95	221.30	210	01/04/2024	29/04/2024	28	105.38	
Promedio De Esf. Rotura					222.43						105.92

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



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

Mano Arvaldo Juan Vilca
CAP 1173



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 COMPRESION

NTP 339.034

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

TEMA

SOLICITANTE

LUGAR

FECHA

BACHILLER ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
01 - ABRIL - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON CENIZA DE CARBÓN MINERAL 6%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B-1	26128	15.01	176.95	147.66	210	01/04/2024	08/04/2024	7	70.31
2	B-2	26446	15.01	176.95	149.45	210	01/04/2024	08/04/2024	7	71.17
3	B-3	26878	15.01	176.95	151.90	210	01/04/2024	08/04/2024	7	72.33
4	B-4	26698	15.01	176.95	150.88	210	01/04/2024	08/04/2024	7	71.85
5	B-5	26989	15.01	176.95	152.52	210	01/04/2024	08/04/2024	7	72.63
Promedio De Esf. Rotura					150.48					71.66

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B-1	36075	15.01	176.95	203.87	210	01/04/2024	15/04/2024	14	97.08
2	B-2	36156	15.01	176.95	204.33	210	01/04/2024	15/04/2024	14	97.30
3	B-3	35838	15.01	176.95	202.53	210	01/04/2024	15/04/2024	14	96.44
4	B-4	36142	15.01	176.95	204.25	210	01/04/2024	15/04/2024	14	97.26
5	B-5	35985	15.01	176.95	203.36	210	01/04/2024	15/04/2024	14	96.84
Promedio De Esf. Rotura					203.67					96.99

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B-1	39786	15.01	176.95	224.84	210	01/04/2024	29/04/2024	28	107.07
2	B-2	39905	15.01	176.95	225.52	210	01/04/2024	29/04/2024	28	107.39
3	B-3	39878	15.01	176.95	225.36	210	01/04/2024	29/04/2024	28	107.32
4	B-4	39459	14.98	176.24	223.89	210	01/04/2024	29/04/2024	28	106.61
5	B-5	39659	15.01	176.95	224.13	210	01/04/2024	29/04/2024	28	106.73
Promedio De Esf. Rotura					224.75					107.02

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Miguel Arayaldo Yana Torres
CIP 103257



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 COMPRESION

NTP 339.034

TEMA

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE

BACHILLER ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

01 - ABRIL - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON CENIZA DE CARBÓN MINERAL 8%

Nº	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	B - 1	28258	15.01	176.95	159.69	210	01/04/2024	08/04/2024	7	76.05
2	B - 2	28300	15.01	176.95	159.93	210	01/04/2024	08/04/2024	7	76.16
3	B - 3	28657	15.01	176.95	161.95	210	01/04/2024	08/04/2024	7	77.12
4	B - 4	28412	15.01	176.95	160.57	210	01/04/2024	08/04/2024	7	76.46
5	B - 5	27996	15.01	176.95	158.21	210	01/04/2024	08/04/2024	7	75.34
Promedio De Esf. Rotura					160.07					76.22

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

Nº	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	B - 1	37632	15.01	176.95	212.67	210	01/04/2024	15/04/2024	14	101.27
2	B - 2	37125	15.01	176.95	209.80	210	01/04/2024	15/04/2024	14	99.91
3	B - 3	37784	15.01	176.95	213.53	210	01/04/2024	15/04/2024	14	101.68
4	B - 4	37921	14.98	176.24	215.16	210	01/04/2024	15/04/2024	14	102.46
5	B - 5	37736	15.01	176.95	213.26	210	01/04/2024	15/04/2024	14	101.55
Promedio De Esf. Rotura					212.88					101.37

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

Nº	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	B - 1	40963	15.01	176.95	231.49	210	01/04/2024	29/04/2024	28	110.24
2	B - 2	41565	15.01	176.95	234.90	210	01/04/2024	29/04/2024	28	111.86
3	B - 3	40187	15.01	176.95	227.11	210	01/04/2024	29/04/2024	28	108.15
4	B - 4	41129	14.98	176.24	233.36	210	01/04/2024	29/04/2024	28	111.13
5	B - 5	41324	15.01	176.95	233.53	210	01/04/2024	29/04/2024	28	111.21
Promedio De Esf. Rotura					232.08					110.51

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A. JEFATURA
Mgtr. Arnaldo Lara Torres
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR 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 FLEXION

NTP 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024
SOLICITANTE: BACHILLER ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 01.ABRIL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VIGA PATRON

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1050.25	15.611	16.56	01/04/2024	08/04/2024	7
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1181.98	17.511		01/04/2024	08/04/2024	7
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1091.53	16.225		01/04/2024	08/04/2024	7
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1157.99	17.213		01/04/2024	08/04/2024	7
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1096.51	16.245		01/04/2024	08/04/2024	7
						16.561				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1347.32	20.027	19.54	01/04/2024	15/04/2024	14
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1351.52	20.023		01/04/2024	15/04/2024	14
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1262.78	18.708		01/04/2024	15/04/2024	14
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1273.85	18.872		01/04/2024	15/04/2024	14
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1351.32	20.087		01/04/2024	15/04/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1867.65	27.761	27.29	01/04/2024	29/04/2024	28
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1897.45	28.110		01/04/2024	29/04/2024	28
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1767.42	26.184		01/04/2024	29/04/2024	28
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1841.13	27.276		01/04/2024	29/04/2024	28
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1831.58	27.135		01/04/2024	29/04/2024	28
						27.293				

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA : 01.ABRIL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION CON CENIZA DE CARBÓN MINERAL 4%

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1215.98	18.075	17.74	01/04/2024	08/04/2024	7
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1194.23	17.692		01/04/2024	08/04/2024	7
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1196.81	17.731		01/04/2024	08/04/2024	7
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1178.23	17.455		01/04/2024	08/04/2024	7
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1197.23	17.737		01/04/2024	08/04/2024	7
						17.738				

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1374.87	20.437	20.63	01/04/2024	15/04/2024	14
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1393.47	20.644		01/04/2024	15/04/2024	14
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1322.26	19.589		01/04/2024	15/04/2024	14
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1473.78	21.834		01/04/2024	15/04/2024	14
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1392.71	20.633		01/04/2024	15/04/2024	14
						20.627				

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura -dial	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1881.41	27.966	28.83	01/04/2024	29/04/2024	28
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1894.78	28.071		01/04/2024	29/04/2024	28
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1990.71	29.492		01/04/2024	29/04/2024	28
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1979.36	29.324		01/04/2024	29/04/2024	28
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1978.54	29.312		01/04/2024	29/04/2024	28
						28.833				

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAR INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



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 FLEXION

NTP 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

TEMA

SOLICITANTE

LUGAR

FECHA

BACHILLER ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
 01 ABRIL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION CON CENIZA DE CARBÓN MINERAL 6%

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1148.45	17.071	17.60	01/04/2024	08/04/2024	7
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1256.98	18.622		01/04/2024	08/04/2024	7
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1136.76	16.841		01/04/2024	08/04/2024	7
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1224.25	18.137		01/04/2024	08/04/2024	7
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1169.25	17.322		01/04/2024	08/04/2024	7
						17.599				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1419.03	21.093	22.17	01/04/2024	15/04/2024	14
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1468.50	21.756		01/04/2024	15/04/2024	14
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1599.79	23.701		01/04/2024	15/04/2024	14
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1509.41	22.362		01/04/2024	15/04/2024	14
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1479.80	21.923		01/04/2024	15/04/2024	14
						22.167				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	2008.58	29.856	29.64	01/04/2024	29/04/2024	28
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1968.77	29.167		01/04/2024	29/04/2024	28
3	V-3	15.0	15.0	50.0	2028.45	30.051		01/04/2024	29/04/2024	28
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1999.61	29.624		01/04/2024	29/04/2024	28
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1989.93	29.480		01/04/2024	29/04/2024	28
						29.636				

OBSERVACIONES:
 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A. JEFATURA
 Ing. Arnaldo Yana Torres
 CIP 193257



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 FLEXION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 01 ABRIL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION CON CENIZA DE CARBÓN MINERAL 8%

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1112.76	16.540	17.20	01/04/2024	08/04/2024	7
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1096.89	16.250		01/04/2024	08/04/2024	7
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1197.21	17.736		01/04/2024	08/04/2024	7
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1196.16	17.721		01/04/2024	08/04/2024	7
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1197.41	17.739		01/04/2024	08/04/2024	7
						17.197				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1389.15	20.649	20.22	01/04/2024	15/04/2024	14
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1291.26	19.130		01/04/2024	15/04/2024	14
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1345.78	19.937		01/04/2024	15/04/2024	14
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1398.65	20.721		01/04/2024	15/04/2024	14
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1396.45	20.688		01/04/2024	15/04/2024	14
						20.225				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1991.65	29.605	29.36	01/04/2024	29/04/2024	28
2	V-2	15.0	15.0	50.0	2002.47	29.666		01/04/2024	29/04/2024	28
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1995.32	29.560		01/04/2024	29/04/2024	28
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1901.41	28.169		01/04/2024	29/04/2024	28
5	V-5	15.0	15.0	50.0	2012.68	29.817		01/04/2024	29/04/2024	28
						29.364				

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAD INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.P. 103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 02-09-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ALEXANDER ROMAN ARAPA VILCA

Dirección: Jr. ESPINAL 160 LOS CHÓFERES

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72492982

Teléfono: 973 511 185 email: arapa.vilca123@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN
DE CENIZA DE CARBÓN MINERAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): CARBÓN MINERAL, FLEXIÓN, CONCRETO, RESISTENCIA A COMPRESIÓN,
PROPIEDADES DEL CONCRETO

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

02-09-2024

Fecha