



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



**INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO
SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES
DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA
PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ALISON BRIANA PONCE TICONA

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

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO
SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES
DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA
PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ALISON BRIANA PONCE TICONA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE	:	 Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
PRIMER MIEMBRO	:	 Dr. ARNALDO YANA TORRES
SEGUNDO MIEMBRO	:	 Mgtr. HERNÁN PEDRO MARTÍNEZ RAMOS
ASESOR DE TESIS	:	 Dr. MILTON QUISPE HUANCA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	:	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1152-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 011825 presentado por el (la) Bachiller: ALISON BRIANA PONCE TICONA 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. ALISON BRIANA PONCE TICONA, quien solicita NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN de la Tesis Titulado: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN, la misma que pertenece a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en 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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- * **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. MILTHON QUISPE HUANCA.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS de el (la) bachiller: ALISON BRIANA PONCE TICONA; del informe final de la investigación (tesis) titulado: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 03 de octubre del 2024
- * **HORA** : 10:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - 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
.....
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. Efraín Carillo Soto
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 555-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 7491 por el o (la) Bachiller: ALISON BRIANA PONCE TICONA quien solicita REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis), el PROVEIDO - N° 596 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 115 - 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 o (la) Bachiller: ALISON BRIANA PONCE TICONA, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN, 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° 115 - 2024 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN, Correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para la REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN, presentado por el o (la) Bachiller: ALISON BRIANA PONCE TICONA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como ASESOR DE INVESTIGACIÓN al (a) la), Dr. MILTHON QUISPE HUANCA.

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



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

cc. Archivo interesado (a)



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 168-2023-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca 29 de diciembre del 2023

VISTO: El expediente N° 2023-013497, presentado por el señor (a) ALISON BRIANA PONCE TICONA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 347-2023-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 059 - 2023 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: ALISON BRIANA PONCE TICONA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, 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° 059-2023 **aprobando** la propuesta de investigación titulado: **INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: ALISON BRIANA PONCE TICONA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Dr. **MILTHON QUISPE HUANCA**.

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.


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


.....
Dr. Efraín Pacheco Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2023
Interesado (s)



INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%




Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Alison Briana Ponce Ticona
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74540589
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-8445-9367
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Oscar Vicente Viamonte Calla
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Hernan Pedro Martinez Ramos
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	01316765
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"
	 <p>https://maps.app.goo.gl/PAEvstH2rCu8SneP6</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2023 - Setiembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la construcción https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.01.03

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Dr. Efraín Salas Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ALISON BRIANA PONCE TICONA, identificado con DNI Nro. 74540589, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERFLASTIFICANTE
EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

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.

Juliana 28 de OCTUBRE del 2024

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis queridos padres, María Ticona y Antero Ponce, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido el pilar fundamental en mi vida. Cada sacrificio que han hecho, cada consejo sabio y cada palabra de aliento han contribuido de manera invaluable a mi crecimiento y éxito. Su fe en mí me ha animado a no detenerme incluso en los momentos más desafiantes. Este logro es tanto mío como suyo, y me llena de orgullo poder compartirlo con ustedes.



AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por guiarme y darme la fortaleza necesaria para superar cada desafío en este camino. Su sabiduría y apoyo han sido fundamentales en mi vida.

También, deseo reconocer y agradecer a los docentes de la carrera de Ingeniería Civil, quienes con su dedicación, conocimiento y compromiso, han sido una fuente invaluable de aprendizaje y orientación. Su influencia ha sido crucial para mi desarrollo académico y profesional, y estoy profundamente agradecido por su arduo trabajo y dedicación.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática	13
1.2	Planteamiento del problema	14
1.2.1	Problema general.....	14
1.2.2	Problemas específicos	14
1.3	Objetivos de la investigación	14
1.3.1	Objetivo general.....	14
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.4	Justificación de la investigación	15
1.4.1	Justificación técnica	15
1.4.2	Justificación económica	15
1.4.3	Justificación social	16
1.4.4	Justificación ambiental	16
1.5	Hipótesis de la investigación.....	17
1.5.1	Hipótesis general	17
1.5.2	Hipótesis específicas.....	17
1.6	Variables e indicadores	17
1.6.1	Variable independiente.....	17
1.6.2	Variable dependiente	17
1.7	Operacionalización de variables	17



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación.....	19
2.1.1	Antecedentes internacionales	19
2.1.2	Antecedentes nacionales	21
2.1.3	Antecedentes regionales.....	23
2.2	Marco teórico.....	25
2.2.1	Escoria.....	25
2.2.1.1	Escoria negra.....	28
2.2.2	Aditivo superplastificante.....	30
2.2.3	Concreto	33
2.2.4	Componentes del concreto.....	35
2.2.5	Propiedades del concreto.....	47
2.2.5.1	Propiedades en estado fresco	47
2.2.5.2	Propiedades en estado endurecido.....	49
2.2.6	Resistencia a flexión	51
2.3	Marco conceptual	52

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación	55
3.2	Métodos de la investigación.....	56
3.3	Nivel y tipo de investigación.....	56
3.3.1	Tipo de investigación.....	56
3.3.2	Nivel de investigación.....	57
3.4	Población y muestra de la investigación	58
3.4.1	Población	58
3.4.2	Muestra.....	58
3.5	Técnicas e instrumentos.....	59
3.5.1	Técnicas.....	59
3.5.2	Instrumentos	60
3.6	Validación y confiabilidad del instrumento	60
3.6.1	Validación de instrumentos	60
3.6.2	Confiabilidad de instrumentos	60



3.7	Procedimiento de recolección de datos	61
3.7.1	Ensayos de laboratorio.....	62
3.8	Procesamiento y análisis de datos.....	72

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Presentación y análisis de resultados.....	73
4.1.1	Influencia del remplazo del cemento por escoria negra sobre las propiedades del concreto	78
4.1.2	Influencia de la incorporación de aditivo superplastificante en las propiedades del concreto	89
4.1.3	Combinación de los porcentajes óptimos de escoria negra y aditivo superplastificante.....	98
4.2	Discusión de resultados.....	104
CONCLUSIONES.....		108
RECOMENDACIONES.....		109
BIBLIOGRAFÍA.....		110
ANEXOS		113



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables	18
Tabla 2	Parámetros establecidos de la consistencia	48
Tabla 3	Muestras.....	59
Tabla 4	Humedad presente en los agregados	73
Tabla 5	Peso específico y absorción en los agregados	74
Tabla 6	Pesos unitarios	74
Tabla 7	Granulométrico del A°G°	75
Tabla 8	Granulométrica del A°F°	76
Tabla 9	Diseño de mezcla patrón	77
Tabla 10	Diseño de mezcla con escoria negra	77
Tabla 11	Diseño de mezcla con aditivo superplastificante	77
Tabla 12	Asentamientos	78
Tabla 13	Resistencias compresivas del concreto patrón	79
Tabla 14	Resistencias compresivas del concreto con 2% de ESNE	80
Tabla 15	Resistencias compresivas del concreto con 4% de ESNE	81
Tabla 16	Resistencias compresivas del concreto con 8% de ESNE	82
Tabla 17	Comparativa de resistencias compresivas	83
Tabla 18	Capacidad a flexión en el concreto patrón	84
Tabla 19	Capacidad a flexión en el concreto con 2% de ESNE	85
Tabla 20	Capacidad a flexión en el concreto con 4% de ESNE	86
Tabla 21	Capacidad a flexión en el concreto con 8% de ESNE	87
Tabla 22	Comparativa de resistencias a flexión.....	88
Tabla 23	Asentamientos	89
Tabla 24	Resistencias compresivas del concreto con 0.7% de ASPL.....	90
Tabla 25	Resistencias compresivas del concreto con 1.3% de ASPL.....	91
Tabla 26	Resistencias compresivas del concreto con 1.9% de ASPL.....	92
Tabla 27	Comparativa de resistencias compresivas	93
Tabla 28	Capacidad a flexión en el concreto con 0.7% de ASPL.....	94
Tabla 29	Capacidad a flexión en el concreto con 1.3% de ASPL.....	95
Tabla 30	Capacidad a flexión en el concreto con 1.9% de ASPL.....	96
Tabla 31	Comparativa de resistencias a flexión.....	97
Tabla 32	Asentamientos	98
Tabla 33	Resistencias compresivas del concreto con 4% de ESNE + 1.3% de ASPL ...	99
Tabla 34	Capacidad a flexión en el concreto con 4% de ESNE + 1.3% de ASPL.....	100



Tabla 35	Comparación entre los asentamientos.....	101
Tabla 36	Comparativas de roturas a compresión	102
Tabla 37	Comparativas de roturas a flexión	103



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Escoria negra.....	29
Figura 2	Procedimiento	61
Figura 3	Granulométrico del A°G°	75
Figura 4	Granulométrica del A°F°	76
Figura 5	Asentamiento	78
Figura 6	Resistencias compresivas del concreto patrón.....	79
Figura 7	Resistencias compresivas del concreto con 2% de ESNE	80
Figura 8	Resistencias compresivas del concreto con 4% de ESNE	81
Figura 9	Resistencias compresivas del concreto con 8% de ESNE	82
Figura 10	Comparativa de resistencias compresivas	83
Figura 11	Capacidad a flexión en el concreto patrón.....	84
Figura 12	Capacidad a flexión en el concreto con 2% de ESNE	85
Figura 13	Capacidad a flexión en el concreto con 4% de ESNE	86
Figura 14	Capacidad a flexión en el concreto con 8% de ESNE	87
Figura 15	Comparativa de resistencias a flexión	88
Figura 16	Asentamiento	89
Figura 17	Resistencias compresivas del concreto con 0.7% de ASPL	90
Figura 18	Resistencias compresivas del concreto con 1.3% de ASPL	91
Figura 19	Resistencias compresivas del concreto con 1.9% de ASPL	92
Figura 20	Comparativa de resistencias compresivas	93
Figura 21	Capacidad a flexión en el concreto con 0.7% de ASPL.....	94
Figura 22	Capacidad a flexión en el concreto con 1.3% de ASPL.....	95
Figura 23	Capacidad a flexión en el concreto con 1.9% de ASPL.....	96
Figura 24	Comparativa de resistencias a flexión	97
Figura 25	Asentamiento	98
Figura 26	Resistencias compresivas del concreto con 4% de ESNE + 1.3% de ASPL	99
Figura 27	Capacidad a flexión en el concreto con 4% de ESNE + 1.3% de ASPL	100
Figura 28	Comparación entre los asentamientos	102
Figura 29	Comparativas de roturas a compresión	103
Figura 30	Comparativas de roturas a flexión	104



RESUMEN

Este estudio, titulado "Influencia de la escoria negra y aditivo superplastificante en las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román", se enfoca en evaluar el efecto de la incorporación de escoria negra en porcentajes de 2%, 4% y 8%, así como de un aditivo superplastificante en proporciones de 0.7%, 1.3% y 1.9%, sobre las propiedades del concreto. Los resultados indican que el reemplazo parcial del cemento con escoria negra redujo el asentamiento del concreto. La muestra de referencia presentó un asentamiento de 3.62 pulgadas, mientras que, al sustituir el 8% del cemento por escoria negra, el asentamiento disminuyó a 2.93 pulgadas. En términos de resistencia a compresión, la muestra de referencia alcanzó un valor de 211.45 kg/cm²; sin embargo, con un reemplazo del 4%, se obtuvo la mayor resistencia, con un valor de 230.97 kg/cm². En cuanto a la resistencia a flexión, esta misma proporción alcanzó un valor de 36.41 kg/cm². La adición de un aditivo superplastificante mejoró las propiedades del concreto, particularmente en el asentamiento, que aumentó de 3.62 pulgadas en la muestra de referencia a 4.12 pulgadas con una adición del 1.9% del aditivo. Además, se observó una mejora notable en la resistencia a compresión con el 1.3% de aditivo superplastificante, alcanzando un valor de 237.81 kg/cm², mientras que la resistencia a flexión fue de 37.23 kg/cm² con la misma proporción. Finalmente, la combinación de los porcentajes óptimos 4% de escoria negra y 1.3% de aditivo superplastificante resultó en un asentamiento de 3.70 pulgadas. En estas condiciones, la resistencia a compresión alcanzó los 243.21 kg/cm², y la resistencia a flexión fue de 40.67 kg/cm².

Palabras Clave: Aditivo superplastificante, escoria negra, propiedades, concreto.



ABSTRACT

This study, entitled "Influence of black slag and superplasticizing admixture on the properties of conventional concrete in the province of San Roman", focuses on evaluating the effect of incorporating black slag in percentages of 2%, 4% and 8%, as well as a superplasticizing admixture in proportions of 0.7%, 1.3% and 1.9%, on the properties of concrete. The results indicate that the partial replacement of cement with black slag reduced the slump of the concrete. The reference sample had a slump of 3.62 inches, while replacing 8% of the cement with black slag decreased the slump to 2.93 inches. In terms of compressive strength, the reference sample reached a value of 211.45 kg/cm²; however, with a 4% replacement, the highest strength was obtained, with a value of 230.97 kg/cm². As for flexural strength, this same proportion reached a value of 36.41 kg/cm². The addition of a superplasticizing admixture improved the properties of the concrete, particularly in slump, which increased from 3.62 inches in the reference sample to 4.12 inches with an addition of 1.9% of the admixture. In addition, a notable improvement in compressive strength was observed with 1.3% superplasticizer admixture, reaching a value of 237.81 kg/cm², while flexural strength was 37.23 kg/cm² with the same proportion. Finally, the combination of the optimum percentages of 4% black slag and 1.3% superplasticizing admixture resulted in a slump of 3.70 inches. Under these conditions, the compressive strength reached 243.21 kg/cm², and the flexural strength was 40.67 kg/cm².

Keywords: Superplasticizing admixture, black slag, properties, concrete.



INTRODUCCIÓN

El uso del concreto está muy extendido en el ámbito constructivo a nivel mundial debido a su resistencia, multifuncionalidad y costo accesible. Sin embargo, la creciente demanda de estructuras más duraderas y sostenibles ha llevado a los investigadores a buscar alternativas para mejorar sus propiedades mecánicas y su comportamiento ambiental. Una de estas alternativas es la incorporación de subproductos industriales como la escoria negra, un residuo de la producción de acero, y aditivos químicos, como los superplastificantes.

Esta investigación se enfoca en la provincia de San Román, donde la construcción de infraestructura es vital para impulsar el desarrollo económico y social. A pesar de su importancia, la región enfrenta desafíos significativos relacionados con la durabilidad y sostenibilidad de las estructuras de concreto debido a las condiciones ambientales específicas y la variabilidad en la calidad de los materiales locales. La presente tesis examina cómo la integración de escoria negra y aditivos superplastificantes puede alterar las propiedades del concreto convencional, buscando un balance entre mejoras técnicas y beneficios ambientales.

Este enfoque no solo tiene el potencial de avanzar en la ciencia del concreto, sino también de ofrecer soluciones prácticas y económicas para los desafíos de la construcción en San Román. Con estas consideraciones en mente, esta tesis se propone no solo explorar la ciencia detrás de los materiales de concreto mejorados, sino también evaluar su aplicabilidad y efectividad en un contexto real, proporcionando un marco de referencia valioso para futuros proyectos de construcción en la provincia y más allá.

Este trabajo se estructura de la siguiente forma:

Capítulo I: En este primer capítulo, se establecen los fundamentos esenciales que sustentan la investigación. Se realiza una clara definición de las variables involucradas en



el estudio, lo cual proporciona una estructura precisa y bien delimitada para el desarrollo de la investigación. En este apartado, se detallan tanto los objetivos generales como los específicos, los cuales guiarán todo el proceso investigativo. De igual manera, se justifica ampliamente la pertinencia del estudio, argumentando detalladamente la importancia de abordar el tema en cuestión y los posibles beneficios derivados de ello.

Capítulo II: En este segundo capítulo, se desarrolla un exhaustivo marco teórico, centrado en la revisión y análisis de investigaciones anteriores y contribuciones relevantes dentro del campo de estudio. Este apartado no se limita a un simple resumen de teorías, sino que además establece un marco conceptual sólido que permite contextualizar el estudio actual. A lo largo de este capítulo, se destacan las brechas de conocimiento que aún persisten y que el presente trabajo pretende explorar y llenar, proporcionando así una justificación adicional para la investigación en curso.

Capítulo III: Se enfoca en la descripción detallada de los métodos y procedimientos empleados a lo largo de la investigación. Se explica de manera clara cómo se realizó la selección de los participantes o muestras, y se proporciona una justificación exhaustiva para la elección de las técnicas utilizadas en la recolección y análisis de los datos. Además, se describe en detalle la estrategia metodológica adoptada, especificando las herramientas y enfoques empleados, así como su pertinencia en relación con los objetivos planteados.

Capítulo IV: En este último capítulo, se presentan y analizan los resultados obtenidos durante la investigación. Los datos recolectados se organizan de forma clara en tablas, gráficos y otros recursos visuales que facilitan su comprensión. Posteriormente, se realiza un análisis comparativo entre los resultados obtenidos y aquellos de estudios anteriores, con el fin de identificar similitudes, discrepancias o nuevos hallazgos que contribuyan al avance del conocimiento en el área de estudio.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel global, la industria de el sector constructivo lidia con el desafío de reducir su huella de carbono mientras mejora la durabilidad y la eficiencia de los materiales de construcción. La escoria negra, un subproducto de la industria siderúrgica, ha mostrado potencial como agregado en el concreto, permitiendo reciclar residuos industriales y reducir la dependencia de materiales vírgenes como el cemento. Sin embargo, existe una variabilidad considerable en los resultados de su aplicación, lo que hace necesario profundizar en investigaciones que exploren su compatibilidad y efectividad en diferentes mezclas de concreto.

En el Perú, la construcción sostenible ha ganado relevancia como parte de la agenda de desarrollo sostenible, buscando alternativas que minimicen el impacto ambiental sin comprometer la calidad y seguridad estructural. A pesar de esta tendencia, la investigación y adopción de tecnologías y materiales alternativos en el concreto, como la escoria negra y los aditivos superplastificantes, es aún limitada. Esto se debe a la falta de estudios específicos que validen su eficacia y viabilidad económica en las condiciones locales, además de la resistencia al cambio por parte de sectores conservadores de la industria.



En la provincia de San Román, la creciente demanda de infraestructura impone la necesidad de encontrar materiales de construcción más económicos y duraderos. El uso de escoria negra como componente del concreto podría ser una solución viable, considerando la disponibilidad. No obstante, la adaptación de las prácticas de construcción locales para incorporar nuevos materiales requiere una visión completa de cómo estos materiales afectan las especificaciones del concreto, tales como la manejabilidad y la resistencia mecánica, especialmente en un clima que presenta variaciones significativas que podrían influir en el comportamiento del concreto.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es la influencia de la escoria negra y aditivo superplastificante en las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román?

1.2.2 *Problemas específicos*

- a. ¿Cuál es la influencia del reemplazo del cemento por escoria negra en porcentajes del 2%, 4% y 8% sobre las propiedades del concreto convencional?
- b. ¿Cuál es la influencia de la incorporación de aditivo superplastificante en dosificaciones del 0.7%, 1.3% y 1.9% en las propiedades del concreto convencional?
- c. ¿Cuál es la influencia de combinar los porcentajes óptimos de escoria negra y aditivo superplastificante en las propiedades del concreto convencional?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar la influencia de la escoria negra y aditivo superplastificante en las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román.



1.3.2 *Objetivos específicos*

- a. Determinar la influencia del reemplazo del cemento por escoria negra en porcentajes del 2%, 4% y 8% sobre las propiedades del concreto convencional.
- b. Determinar la influencia de la incorporación de aditivo superplastificante en dosificaciones del 0.7%, 1.3% y 1.9% en las propiedades del concreto convencional.
- c. Determinar la influencia de combinar los porcentajes óptimos de escoria negra y aditivo superplastificante en las propiedades del concreto convencional.

1.4 **Justificación de la investigación**

1.4.1 *Justificación técnica*

La presente investigación es técnicamente justificada debido a la necesidad de optimizar las propiedades del concreto convencional, que es un componente vital en el sector de la construcción civil. El uso de escoria negra, un subproducto de la producción siderúrgica, como reemplazo parcial de agregados en el concreto, junto con el aditivo superplastificante, puede optimizar las propiedades del concreto. Este estudio evaluará el comportamiento del concreto al incorporar estos materiales, considerando factores como resistencia a compresión, trabajabilidad, y permeabilidad. Esta investigación es crucial para ofrecer soluciones innovadoras y sustentables que puedan ser adoptadas por ingenieros y profesionales.

1.4.2 *Justificación económica*

Económicamente, la investigación se justifica debido al potencial de reducción de costos en los materiales de construcción. La escoria negra es un subproducto industrial con un costo significativamente menor que los agregados convencionales. Su utilización puede reducir el costo total del concreto, lo que es especialmente beneficioso en un



contexto económico en el que la reducción de costos es prioritaria. Esta investigación podría abrir camino a la adopción de técnicas más económicas y eficientes, optimizando los recursos disponibles.

1.4.3 Justificación social

Desde una perspectiva social, el estudio es relevante ya que promueve el uso de materiales alternativos que podrían mejorar la accesibilidad y asequibilidad de materiales de construcción de calidad. Al aprovechar la escoria negra, se promueve una economía circular que beneficia a las comunidades locales al reducir la necesidad de extracción de nuevos materiales, que a menudo tiene impactos negativos en el medio ambiente y en la salud de los habitantes cercanos a las canteras. Este enfoque social también fomenta la innovación en la construcción local y puede servir de ejemplo para otras regiones con desafíos similares.

1.4.4 Justificación ambiental

La justificación ambiental se centra en la sostenibilidad y el impacto positivo que esta investigación puede tener en el medio ambiente. El uso de escoria negra en lugar de agregados naturales no solo disminuye la extracción de recursos naturales, sino que también ayuda a gestionar residuos industriales de manera efectiva, reduciendo el impacto ambiental asociado con su disposición. Asimismo, la incorporación de aditivos superplastificantes puede reducir la huella de carbono del concreto al permitir mezclas más eficientes que requieran menos cemento, el cual es una de las principales fuentes de emisiones de CO₂ en la construcción. En conjunto, este estudio puede contribuir a prácticas de construcción más sostenibles, alineadas con los objetivos de progreso sostenible y la gestión ambiental responsable.



1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 *Hipótesis general*

La incorporación de escoria negra y aditivo superplastificante mejora significativamente las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. La sustitución del cemento por escoria negra en porcentajes del 2%, 4% y 8% mejorara las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román.
- b. La adición de aditivo superplastificante en dosificaciones del 0.7%, 1.3% y 1.9% aumentara la trabajabilidad, mejorando así las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román.
- c. La combinación óptima de escoria negra y aditivo superplastificante resultara en una mejora significativa en las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 *Variable independiente*

Escoria negra y aditivo superplastificante.

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
Escoria negra, aditivo superplastificante	<p>La escoria negra, comúnmente denominada escoria granulada de alto horno, es un material derivado como subproducto en el proceso de producción del hierro. Este subproducto se genera durante las etapas de fundición que tienen lugar en los altos hornos, donde se separan las impurezas del mineral de hierro.</p> <p>Los aditivos superplastificantes son compuestos químicos de alto rendimiento utilizados para mejorar la trabajabilidad del concreto sin requerir un incremento en el contenido de agua.</p>	% usado	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo del cemento por escoria negra en porcentajes de 2%, 4% y 8% • Adición del 0.7%, 1.3% y 1.9% de aditivo superplastificante 	Ficha de toma de datos
Propiedades del Concreto Convencional	<p>El hormigón tradicional, conocido por su notable versatilidad, resistencia y durabilidad, ha sido uno de los materiales más tradicionales en la industria de la construcción con el paso del tiempo. Estas propiedades inherentes lo convierten en una opción ideal para una amplia variedad de proyectos, desde edificaciones hasta infraestructuras civiles.</p>	Propiedades del concreto	<ul style="list-style-type: none"> •Consistencia, resistencia a Compresión y Flexión 	Herramientas y fichas de toma de datos



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Sánchez, (2021) en su investigación titulada “Estado del arte sobre las escorias negras de horno de arco eléctrico y su aplicación en pavimentos”, destaca que las escorias negras de horno de arco eléctrico (ENHAE) son subproductos derivados del proceso de producción de acero utilizando chatarra. Este material se produce en cantidades considerables en Colombia, con estimaciones que sugieren que se generan entre 0.1 y 0.3 toneladas de escoria por cada tonelada de acero producido. Dada esta abundancia, se resalta la importancia de identificar usos técnicos y sostenibles para las ENHAE, en lugar de disponerlas inapropiadamente, lo cual podría tener consecuencias ambientales adversas para el suelo. A través de la revisión de más de treinta documentos académicos, incluidos trabajos de tesis de pregrado hasta doctorado, se desarrolló un compendio sobre la viabilidad de las ENHAE en la construcción de pavimentos. Los análisis indican que estas escorias poseen características mecánicas prometedoras, tales como una notable resistencia a la abrasión (menos del 35% de desgaste) y valores de índice CBR superiores al 100%. Estas cualidades sugieren su posible integración en capas granulares mezcladas



y, en algunos casos, en aplicaciones asfálticas y concretos hidráulicos para pavimentos. Además, varios estudios confirman que las ENHAE cumplen con las regulaciones para su inclusión en mezclas asfálticas, mostrando expansiones inferiores al 1% después de siete días sumergidas. Conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, las escorias negras generalmente se clasifican como grava mal gradada (GP). En la comunidad hispanohablante, países como Brasil, España y Chile han logrado avances notables en la investigación y aplicación de estas escorias en la construcción, lo que demuestra su potencial para un uso efectivo y ecológico.

Muñoz, (2022) en su artículo titulado "Evaluación de algunas propiedades físico-mecánicas en muestras cilíndricas de concreto estructural con sustitución de 5%, 10% y 15% de cemento por escoria de siderurgia", realizó una evaluación de las propiedades físico-mecánicas de muestras cilíndricas de hormigón. Específicamente, la evaluación se centró en la evaluación de los efectos de la sustitución del 5%, 10% y 15% del cemento por escoria de acero en porcentajes variables. Inicialmente, se recolectaron residuos de subproductos de diversas empresas localizadas en la región de Boyacá. El objetivo era caracterizar los residuos y descubrir cuáles eran los más adecuados para utilizar como sustituto del cemento en las mezclas de hormigón. A continuación, la basura elegida para el análisis fue sometida a exámenes de caracterización física y química. La caracterización física se llevó a cabo mediante pruebas de densidad, y la caracterización química se realizó mediante la evaluación de la actividad puzolánica. Los resultados obtenidos indicaron que la escoria de acero era el material de desecho más adecuado para sustituir al cemento. La escoria de acero tenía un valor de densidad de 2,62 gramos por centímetro cúbico y una actividad puzolánica de 1877,600 miligramos. A pesar de que estos valores son diferentes de los del cemento convencional, la actividad puzolánica de la escoria resultó ser la mayor, lo que indica que tiene capacidad para reaccionar con el cemento. Tras la selección del residuo, se incluyó en las combinaciones de hormigón. Se evaluó la resistencia a la compresión de treinta y seis cilindros de hormigón a los siete, catorce y veintiocho días de



su fabricación. Según los resultados, la resistencia del material era de 29 MPa a los siete días, 31,3 MPa a los catorce días y 33,5 MPa a los veintiocho días para una sustitución del 5% durante el periodo de tiempo. En comparación, la resistencia de las muestras de referencia fue de 30 MPa después de siete días, 33,5 MPa después de catorce días y 38,6 MPa después de veintiocho días en la obra. Según estos resultados, la resistencia a la compresión del material disminuye al aumentar la edad, y esta pérdida es proporcional a la cantidad de escoria. Por otra parte, para reducir el efecto perjudicial que la escoria de acero tiene sobre las cualidades del hormigón, se aconseja que la escoria de acero se utilice en tamaños inferiores a 45 micras. El análisis del estado actual de la técnica revela que una granulometría menor, equivalente a la del cemento, podría aumentar la resistencia. Así lo confirman las pruebas realizadas. Se cree que la mayor granulometría de la escoria utilizada es responsable de la pérdida de resistencia observada en esta investigación.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Mamani, (2023) en su artículo titulado "Diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando escoria negra de horno eléctrico sustituyendo el agregado grueso, Ica, 2023", exploró el efecto de la escoria negra de horno eléctrico en el diseño de concretos con resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Esta investigación se centró en reemplazar el agregado grueso con escoria negra en diferentes proporciones, que incluyen 0%, 25%, 50% y 100%. Se utilizó una mezcla estándar con la resistencia mencionada como referencia para compararla con las mezclas que contenían escoria en diversas cantidades. Se llevaron a cabo pruebas como la resistencia compresiva, resistencia flexionante, asentamiento y análisis granulométrico para evaluar el impacto en las características mecánicas del concreto. Se prepararon 36 muestras cilíndricas para las pruebas de compresión y 36 vigas para las pruebas de flexión, que se examinaron a los 7, 14 y 28 días. Los hallazgos indicaron que la adición de escoria negra potencia las propiedades de resistencia a la compresión y flexión frente a la mezcla de control. Además, emplear escoria negra como



reemplazo para el agregado grueso contribuyó a la reducción del costo por metro cúbico de concreto, lo que sugiere ventajas tanto en rendimiento mecánico como en sostenibilidad económica.

Alvarez & Lozano, (2021) en su estudio titulado "Diseño de concreto utilizando escoria de acero a partir de la sustitución del agregado fino y su impacto en la resistencia a compresión y resistencia a flexión, Lima – 2020", la principal motivación de esta investigación es evaluar el impacto de la sustitución del agregado fino por escoria de acero en diferentes porcentajes en la resistencia a la compresión y flexión del concreto. El propósito de esta investigación es proporcionar una alternativa viable para el uso de escoria utilizada como un agregado sustituto. El objetivo es reducir la demanda de áridos naturales y la dependencia de los mismos. La extracción incontrolada de áridos naturales puede provocar la contaminación de ríos y playas, así como la formación de charcos de agua estancada, lo que puede acarrear problemas de salud como la malaria. El enfoque que se utilizó en esta investigación fue un diseño cuasi-experimental. Las pruebas de compresión se realizaron en 45 probetas cilíndricas, mientras que las pruebas de flexión se realizaron en 30 vigas rectangulares. Se utilizó la misma muestra para ambos tipos de ensayos. El proceso de recogida de datos se llevó a cabo con la ayuda de guías de observación, y para el análisis se utilizaron estadísticas descriptivas. Los resultados más destacables del estudio revelan que el hormigón tipo E30, que se fabricó utilizando sustitución de escoria, pudo alcanzar un nivel de resistencia compresiva de 394,89 kg/cm². Esto constituye una subida del 34,6% en comparación con la resistencia del concreto. En comparación con el hormigón ordinario, el hormigón E40 presenta una resistencia a la flexión de 71,86 kg/cm², lo que supone un aumento del 23,9% en comparación con el valor anterior. Ambos casos se diseñaron para un hormigón con una resistencia de 280 kg/cm²; así fue en ambos casos.

Baltazar & Pingo, (2022) en su estudio titulado "Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ incorporando aditivo superplastificante tipo 'G' para mejorar la resistencia a la compresión y la trabajabilidad, Tarapoto-2022", se propuso incrementar la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto con una resistencia especificada de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a través del uso de un aditivo superplastificante. El enfoque metodológico fue aplicado, orientado a implementar los hallazgos en contextos prácticos, y cuantitativo, basado en la recopilación de datos por medio de pruebas experimentales para verificar las hipótesis. La estructura del estudio fue de tipo pre-experimental, manipulando la variable independiente, para evaluar su impacto en lo que respecta a las variables dependientes: "resistencia compresiva" y "trabajabilidad". Con un 1% de aditivo, el hormigón tuvo un asentamiento de 5,8 pulgadas y una resistencia a la compresión de $306,73 \text{ kg/cm}^2$; con un 2% de aditivo, el asentamiento fue de 8,0 pulgadas y la resistencia de $281,43 \text{ kg/cm}^2$; y con un 3% de aditivo, se observó un asentamiento de 11,0 pulgadas y una resistencia de $277,93 \text{ kg/cm}^2$. Los resultados indicaron que añadiendo diferentes proporciones del aditivo se consiguieron variaciones notables. Se ha descubierto que la proporción de aditivo superplastificante más eficaz para optimizar la resistencia del hormigón es del uno por ciento. Este porcentaje consigue un equilibrio óptimo entre la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del hormigón. No obstante, se ha descubierto que el aumento de la proporción de superplastificante de tipo «G» da como resultado una mejora de la trabajabilidad del hormigón; sin embargo, esto también da como resultado una disminución de la resistencia a la compresión de los materiales de hormigón.

2.1.3 Antecedentes regionales

Chili & Pineda, (2023) en su investigación denominada "Influencia de la adición de escoria negra sobre porcentajes del agregado grueso en las propiedades del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos de la ciudad de Puno", se centró en investigar las formas en que la incorporación de E°N° altera las características del concreto, incluyendo



su resistencia a la compresión y flexión, trabajabilidad, densidad y espesor de la losa. Se llevó a cabo otra investigación con el fin de determinar el impacto que estas mejoras tienen en el coste unitario (CU) por metro cuadrado al comparar el hormigón normal con el hormigón modificado con E°N° para su uso en aplicaciones de pavimentación. Se ha formulado la hipótesis de que la integración de ENN en el árido grueso del hormigón da lugar a una mejora considerable de las características mecánicas del hormigón. En el transcurso de este experimento, los materiales que se utilizaron incluyeron E°N°, cemento IP y áridos procedentes de Cutimbo. La norma ACI 211 sirvió de base para la técnica de diseño de la mezcla, y la metodología AASHTO 1993 se utilizó para determinar el espesor del pavimento. Las características del hormigón convencional (CC) y la cantidad de nitrógeno ambiental (EN) que se añadió fueron algunos de los factores que se investigaron. Sobre la base de los resultados, se determinó que la incorporación de E°N° da lugar a una reducción de la trabajabilidad, del espesor de la losa de pavimento y del coste unitario. Las reducciones oscilaron entre 16,67% y 75,00%, 4,34% y 20,82%, y 1,34% y 7,61%, respectivamente. Por otra parte, la incorporación de E°N° dio lugar a un aumento proporcional de la resistencia compresiva, la resistencia flexionante y la densidad. Los aumentos oscilaron entre el 2,05% y el 13,91%, entre el 7,43% y el 43,88%, y entre el 0,59% y el 2,07%, de manera correspondiente, en comparación con el hormigón convencional.

Sucapuca, (2021) en su investigación denominada "Mejoramiento de las propiedades del concreto sobre los 3800 msnm, adicionando superplastificante con cemento tipo I, Puno - 2021", se propuso como objetivo principal optimizar las propiedades del hormigón a grandes altitudes, específicamente a 3800 metros sobre el nivel del mar, mediante la incorporación de un superplastificante al cemento tipo I. El estudio buscó determinar cuál era la dosis óptima de superplastificante que permitiera mejorar las características del concreto en comparación con el hormigón convencional que no utiliza aditivos. Para llevar a cabo esta investigación, se empleó un enfoque cuantitativo bajo un



diseño cuasi-experimental. En el proceso, se prepararon mezclas de concreto estándar siguiendo el sistema del módulo de fineza para la selección de agregados. Estas mezclas presentaban un asentamiento que oscilaba entre tres y cuatro pulgadas (3" a 4"), y se utilizó una relación agua/cemento ajustada a parámetros típicos. A estas mezclas estándar se les adicionaron tres diferentes dosis de superplastificante, específicamente un 0.75%, 1.20% y 1.80% del peso del cemento. Con estos porcentajes, se generaron un total de 12 combinaciones diferentes de concreto para su posterior análisis. Se llevaron a cabo ensayos de resistencia a la compresión en las 12 muestras de concreto una vez endurecido. De estas muestras, tres correspondían a la mezcla patrón (sin superplastificante), mientras que las nueve restantes correspondían a las mezclas con aditivos en las diferentes dosis mencionadas. Las pruebas de compresión se realizaron en tres intervalos de tiempo: a los 7, 14 y 28 días de edad del concreto. Además, se realizaron pruebas de resistencia flexionante en vigas de concreto tras 28 días de fraguado. Los resultados obtenidos indicaron que la dosis óptima de superplastificante para mejorar las cualidades del concreto era del 0.75% con respecto al peso del cemento. Esta cantidad específica generó un acrecentamiento significativo en la resistencia compresiva del concreto, alcanzando un incremento del 162% sobre el valor original a los 7 días, y un 27% a los 28 días, en comparación con la mezcla sin aditivo. En términos de propiedades físicas, la mezcla con 0.75% de superplastificante mostró una trabajabilidad superior, un tiempo de fraguado adecuado sin prolongarse en exceso, una temperatura óptima para la hidratación adecuada del cemento, y una segregación reducida, por debajo del 6%.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Escoria

Históricamente, los romanos ya utilizaban las escorias como agregado en la fabricación de concreto, morteros y para la estabilización de suelos, reconociendo sus propiedades beneficiosas y evitando que fueran simplemente desechadas. Con el



descubrimiento en 1862 por Emil Langen de las cabidas hidráulicas de las escorias, se abrió una nueva era en el reciclaje de este subproducto industrial. No obstante, con el aumento de la fabricación de acero desde el siglo XIX, surgieron problemas en la reutilización de las escorias, convirtiéndose en una preocupación ambiental. La técnica de reciclaje se volvió insostenible, y las escorias se han acumulado en grandes cantidades en vertederos cercanos a las plantas de producción, causando daño y degradación del medio ambiente, y afectando negativamente al ecosistema (Chili & Pineda, 2023).

La escoria ferrosa es un subproducto resultante de los procesos siderúrgicos que ocurren durante la extracción de impurezas en la producción de hierro y acero, tanto en altos hornos como en hornos de arco eléctrico. Este subproducto se origina principalmente como consecuencia de la incorporación de materiales fundentes, tales como la cal (CaO), dolomita (MgO), y otros compuestos químicos, que se combinan con las impurezas presentes en el mineral de hierro, el coque y los demás materiales utilizados como carga durante el proceso de fundición.

La formación de la escoria ferrosa ocurre como parte esencial de estos procesos metalúrgicos, ya que los fundentes añadidos ayudan a separar las impurezas no deseadas del hierro, permitiendo obtener un metal más puro y de mejor calidad. Durante este proceso, los materiales fundentes reaccionan químicamente con las impurezas contenidas en las materias primas, formando un subproducto que flota sobre el metal fundido y que posteriormente se extrae para su disposición o aprovechamiento en otras aplicaciones industriales. Este residuo, la escoria ferrosa, ha encontrado múltiples usos en diversos sectores debido a su composición rica en óxidos y su capacidad para ser reutilizado en aplicaciones como la fabricación de cementos, la construcción de carreteras, o como material de relleno, lo que contribuye a una mayor sostenibilidad dentro de la industria siderúrgica (Ramírez, 2021).



La escoria ferrosa se produce dentro de los procesos de producción siderúrgica, como la fundición en altos hornos y la aceración en horno eléctrico o convertidores de oxígeno. Durante estos procesos, se introducen materiales como la cal y la dolomita para facilitar la eliminación de impurezas no deseadas, tales como sílice (SiO_2), aluminio (Al_2O_3), fósforo (P) y azufre (S), que se encuentran en las materias primas (Camarena et al., 2022).

La escoria ferrosa es un material heterogéneo que puede contener una mezcla de compuestos complejos, principalmente óxidos de calcio, magnesio, hierro, silicio, aluminio, manganeso y otros elementos menores. Su composición exacta varía según el tipo de proceso siderúrgico, la composición de las materias primas utilizadas y las condiciones operativas del horno (Tello & Vilca, 2021).

Las características físicas y químicas de la escoria ferrosa incluyen:

- **Textura y Densidad:** Dependiendo del proceso de enfriamiento, la escoria puede tener una textura vítrea o cristalina, lo que afecta su densidad y otras propiedades físicas.
- **Alcalinidad:** La existencia de los óxido de calcio y magnesio proporciona una alta basicidad a la escoria, lo que la hace útil para ciertas aplicaciones donde se requiere un material de reacción alcalina.
- **Propiedades de Estabilidad:** Las escorias ferrosas generalmente son químicamente estables y no reactivas bajo condiciones normales de exposición, lo que las convierte en materiales adecuados para su reutilización en diversas aplicaciones industriales.

El manejo adecuado y la reutilización de la escoria ferrosa son fundamentales tanto desde una perspectiva económica como ambiental. El reciclaje de este subproducto no solo reduce la cantidad de residuos industriales que deben gestionarse, sino que también

contribuye a la economía circular al proporcionar materiales de construcción sostenibles y al reducir el consumo de recursos naturales. Además, el uso de escoria ferrosa en diversas aplicaciones puede ayudar a mitigar los impactos ambientales, como la erosión del suelo y la contaminación de aguas, promoviendo prácticas de desarrollo sostenible en la industria de la construcción (Díaz & Rimarachin, 2023).

2.2.1.1 Escoria negra

La escoria negra es un subproducto que se origina a lo largo del proceso de fabricación de acero, específicamente en los hornos de arco eléctrico. Este material residual se compone predominantemente de una mezcla de óxidos de hierro, silicatos, aluminatos, y diversos compuestos metálicos que se forman durante el refinamiento del acero. Su generación es una consecuencia directa de la interacción entre las impurezas presentes en las materias primas y los aditivos utilizados en el proceso siderúrgico.

Durante la producción de acero, los hornos de arco eléctrico someten a altas temperaturas el metal y las materias auxiliares, lo que provoca que los componentes no deseados, tales como impurezas metálicas y no metálicas, se mezclen con los agentes fundentes agregados con el propósito de purificar el acero. Como resultado de este proceso, la escoria negra emerge como una sustancia que flota sobre el metal líquido, permitiendo su separación efectiva. Este subproducto, lejos de ser un simple residuo, tiene un valor industrial considerable, ya que sus componentes lo hacen útil para una variedad de aplicaciones, tales como la construcción de infraestructuras, la fabricación de cementos especiales, y en algunas ocasiones, incluso como materia prima para otros procesos metalúrgicos. Su capacidad para ser reutilizada y reciclada le otorga un papel importante dentro de la economía circular, contribuyendo a la reducción de desechos y a una mayor eficiencia en el uso de recursos dentro de la industria siderúrgica (Aguilar & Blanco, 2022).

La escoria negra, tal como se ha mencionado, es un subproducto derivado del proceso de fundición de chatarra, la cual constituye prácticamente el 100% de la materia prima utilizada en este proceso, junto con incorporaciones mínimas de mineral de hierro, ferroaleaciones y elementos desoxidantes, entre otros. Cabe destacar que las escorias negras generadas en hornos de arco eléctrico presentan diferencias notables en comparación con las escorias denominadas escorias negras de alto horno, debido a las particularidades en su proceso de producción, su composición química, su estructura mineralógica, entre otros factores. Una de las principales distinciones radica en que la escoria negra de hornos de arco eléctrico tiene una composición química y mineralógica distinta, resultado de los materiales y aditivos utilizados en su formación. Esto influye directamente en las propiedades físicas y químicas del subproducto. Dado que estas escorias son el resultado de la fusión de impurezas y elementos adicionales durante el proceso de refinación del acero, su tratamiento posterior es esencial para asegurar que posean las características adecuadas para su utilización en diversas aplicaciones industriales (Mamani, 2023).

Figura 1

Escoria negra



Nota: Tomada de Google



Características de la Escoria Negra:

- **Composición Química:** Está formada por óxidos de calcio, hierro, silicio, aluminio, magnesio, entre otros elementos. La composición exacta puede variar según las materias primas y los procesos utilizados.
- **Aspecto Físico:** Generalmente es de color oscuro (negro o gris oscuro) debido a su alto contenido de óxidos de hierro y su estructura cristalina.
- **Propiedades:** Es un material denso y duro, con características similares a las de la roca basáltica. Posee buena resistencia al desgaste y baja reactividad química en condiciones normales.
- **Usos:** La escoria negra puede tener diversos usos, como en la construcción de carreteras (agregado para asfalto y concreto), en la fabricación de cemento, en relleno de suelos y como material para bases de vías ferroviarias. También se ha explorado su uso como componente para productos cerámicos y en la estabilización de suelos contaminados.
- **Consideraciones Ambientales:** Su manejo y disposición deben realizarse de acuerdo con normativas ambientales, ya que puede contener algunos elementos potencialmente tóxicos en concentraciones bajas, como metales pesados, que podrían lixiviarse y contaminar el suelo o las aguas subterráneas si no se gestionan adecuadamente.

2.2.2 Aditivo superplastificante

Los aditivos son productos químicos que se añaden al hormigón durante el proceso de mezclado o inmediatamente después. La cantidad de aditivo que se añade al hormigón no debe superar el cinco por ciento del contenido de cemento. El propósito de añadir aditivos es cambiar las cualidades y aspectos de la mezcla tanto en estado fresco como endurecido. Estos aditivos suelen ser solubles en agua y se presentan comúnmente en forma líquida, ya que se dispersan de manera más rápida y uniforme durante la mezcla del



concreto. La incorporación de aditivos permite modificar las propiedades del hormigón de manera controlada y predecible. Su uso debe asegurar que se logre el resultado deseado sin necesidad de ajustar significativamente la dosificación básica, sin afectar negativamente otras propiedades del concreto y debe ser justificado económicamente (Quispe & Soncco, 2024).

Los aditivos superplastificantes, comúnmente referidos como reductores de agua de alto rango, son compuestos orgánicos de naturaleza surfactante y aniónica que, al ser disueltos en agua, desempeñan una función esencial en la difusión uniforme de las partículas de cemento. Este efecto dispersante optimiza tanto la cohesión como la plasticidad del sistema cementante, mejorando su trabajabilidad. Al incorporar estos aditivos en la mezcla de concreto, es posible disminuir la cantidad de agua necesaria en la relación agua/cemento hasta en un 40%, sin comprometer la trabajabilidad del material, lo que resulta en un concreto más denso y resistente.

Desde una perspectiva química, los superplastificantes están compuestos por polielectrolitos orgánicos, los cuales se clasifican como dispersantes poliméricos de elevado peso molecular. Estos polímeros tienen la capacidad de rodear las partículas de cemento, reduciendo las fuerzas de atracción entre ellas y permitiendo que se dispersen de manera uniforme en la mezcla. Este proceso no solo mejora la fluidez del concreto, sino que también incrementa su resistencia al reducir el contenido de agua, lo que da lugar a un producto final de mayor calidad. Además, los superplastificantes son ampliamente utilizados en la industria de la construcción debido a su capacidad para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, haciéndolo más resistente, duradero y adecuado para aplicaciones estructurales exigentes. Gracias a estas características, los superplastificantes son un componente clave en la producción de concretos de alto rendimiento y en el desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles en la construcción (Mego, 2023).

Los aditivos superplastificantes ofrecen múltiples ventajas en las mezclas de cemento, pero también pueden causar efectos negativos. Entre estos se incluyen una trabajabilidad reducida al inicio del proceso, una mayor segregación de la mezcla, o retrasos significativos en el fraguado. Estos problemas indican una posible incompatibilidad entre el aditivo y el cemento, lo que puede afectar el rendimiento general de la mezcla (Sucapuca, 2021).

Para aumentar el rendimiento del hormigón, reducir sus costes y mejorar sus cualidades, los aditivos superplastificantes son compuestos que se aumentan al hormigón en el proceso de mezclado o antes de mezclarlo. Cuando se trata de aumentar la fluidez del hormigón y reducir la pérdida de presión que se produce durante el bombeo, estos aditivos son muy beneficiosos. Al impedir la hidratación temprana del cemento, los superplastificantes, cuando se combinan con retardadores, pueden reducir la pérdida de asentamiento. También existe la posibilidad de mejorar la fluidez y cohesividad del hormigón mezclando agentes aireantes con superplastificantes. Esto reducirá la segregación y el sangrado. Además, los superplastificantes ayudan a reducir la presión de bombeo del hormigón al introducir una gran cantidad de pequeñas burbujas de tamaño homogéneo (Quispe & Soncco, 2024).

Características de los aditivos superplastificantes

- Reducción significativa de agua: Los superplastificantes pueden reducir la cuantía de agua necesaria en la mezcla de hormigón entre un 20% y un 40% sin afectar la consistencia del hormigón. Esta reducción permite aumentar la resistencia a compresión del hormigón y mejorar otras propiedades mecánicas.
- Mejora de la trabajabilidad: Estos aditivos mejoran la trabajabilidad del hormigón fresco, lo que significa que el hormigón es más fácil de mezclar, colocar y compactar sin segregación ni pérdida de homogeneidad. Esto es especialmente

útil en hormigones de alta resistencia o en estructuras complejas con mucha armadura.

- **Mantenimiento del asentamiento (Slump) prolongado:** Los superplastificantes permiten mantener el asentamiento del hormigón fresco durante períodos más largos, lo cual es crucial en condiciones de transporte prolongado o de altas temperaturas. Esto ayuda a reducir la necesidad de adicionar agua en el sitio de obra, lo que podría afectar negativamente la resistencia y durabilidad del hormigón.
- **Aumento de la densidad y reducción de porosidad:** Al reducir la cantidad de agua en la mezcla, los superplastificantes contribuyen a la producción de un hormigón más denso y menos poroso. Esto, a su vez, mejora la durabilidad del hormigón al hacerlo menos permeable a agentes agresivos como cloruros y sulfatos.
- **Compatibilidad con otros aditivos y cementos:** Los superplastificantes son compatibles con otros aditivos como retardantes de fraguado, aceleradores de endurecimiento, y aditivos incorporadores de aire. Sin embargo, es fundamental evaluar su compatibilidad con el tipo específico de cemento y otros componentes de la mezcla para evitar efectos indeseados.
- **Aumento de la resistencia inicial y final:** Al permitir la formulación de mezclas con baja relación agua-cemento, los superplastificantes ayudan a mejorar tanto la resistencia inicial (primeros días) como la resistencia final (28 días o más) del hormigón. Esto es beneficioso en proyectos que requieren desmoldado rápido o tiempos de ejecución más cortos (Baltazar & Pingo a, 2022).

2.2.3 **Concreto**

El concreto se elabora a partir de una mezcla de cemento, agregados finos y gruesos, agua, y, en algunos casos, aditivos o adiciones. Al endurecer, forma un sólido resistente capaz de soportar altas cargas de compresión. Cuando se utiliza en hormigón



armado, el concreto se refuerza con acero, formando un material compuesto que ofrece resistencia tanto a la compresión como a la tensión y la flexión. Esta combinación de propiedades convierte al hormigón armado en uno de los materiales más empleados en la construcción de edificaciones, puentes y una amplia gama de estructuras (Suárez, 2019).

Es un material de construcción versátil y altamente utilizado en la ingeniería civil debido a su capacidad de moldearse en diferentes formas, adaptarse a diversas condiciones de uso y proporcionar una gran resistencia estructural. Su aplicación abarca desde proyectos simples, como aceras y pavimentos, hasta grandes obras de infraestructura, como puentes, presas y rascacielos (Alvarez & Lozano, 2021).

El concreto es un componente clave compuesto que, al fraguar y endurecerse, forma una masa sólida similar a la piedra. Su popularidad en la construcción se debe a su resistencia a la compresión, durabilidad, capacidad de adaptarse a diferentes formas y tamaños, y bajo costo de producción comparado con otros materiales estructurales (Neciosup, 2022).

El concreto es un componente clave fundamental para la construcción debido a su capacidad de ser personalizado para cumplir con una variedad de requisitos estructurales y estéticos. Además, su durabilidad y bajo costo lo hacen una opción preferida para una amplia gama de aplicaciones, desde obras de pequeña escala hasta proyectos de ingeniería de gran envergadura (Jami & Narvaez, 2021).

El diseño de una mezcla de concreto requiere un equilibrio adecuado de todos sus componentes para asegurar su resistencia, durabilidad y trabajabilidad. Además, es importante considerar factores como la correspondencia agua/cemento, el tamaño y la forma de los agregados, y el tiempo de fraguado para obtener los resultados deseados en la construcción (Sánchez, 2021).

2.2.4 Componentes del concreto

El concreto se conforma de varios elementos clave: cemento, aire, agua, agregados gruesos y finos, y aditivos. Cada uno de estos componentes es fundamental para determinar las características y el rendimiento del concreto, aportando distintas propiedades que contribuyen a su resistencia. Además, es posible llevar a cabo diferentes pruebas con el objetivo de verificar que el concreto cumpla con los parámetros de calidad y las propiedades deseadas, alineándose con las especificaciones técnicas requeridas (Villafuerte, 2023).

a) Cemento

El cemento presenta un color grisáceo característico debido a la presencia de compuestos de hierro y otros minerales. Dependiendo de los materiales utilizados y los procesos de fabricación, el cemento puede presentar diferentes propiedades que lo hacen adecuado para diversas aplicaciones. Los tipos más comunes de cemento incluyen:

- **Cemento Portland:** Es más utilizado y está compuesto principalmente de clinker y una pequeña cantidad de yeso. Es ideal para la mayoría de las aplicaciones de construcción, como la fabricación de concreto para edificios, puentes, carreteras y presas.
- **Cemento Portland Compuesto (CPC):** Este tipo de cemento contiene adiciones como escorias de alto horno, puzolanas, o cenizas volantes, que mejoran la durabilidad y reducen la huella de carbono del cemento.
- **Cemento de Alta Resistencia Temprana:** Este cemento se utiliza en construcciones que requieren un desarrollo rápido de resistencia, como en proyectos que deben desmoldarse rápidamente o en reparaciones de estructuras.

- **Cemento Blanco:** Similar al cemento Portland, pero se utiliza en aplicaciones arquitectónicas debido a su color claro, que permite acabados decorativos (Delgado, 2023).

Cuando el cemento se mezcla con agua, se inicia una reacción química de hidratación en la que los componentes del cemento reaccionan con el agua para formar productos de gel hidratado que endurecen con el tiempo. Esta reacción no solo proporciona cohesión y resistencia, sino que también permite la formación de una matriz densa que ofrece durabilidad y resistencia frente a agentes externos, como el agua y los químicos agresivos. La simetría de agua y cemento, conocida como la relación agua-cemento, es fundamental para controlar las características finales del concreto, como su resistencia, durabilidad y trabajabilidad (Villafuerte, 2023).

Por lo tanto, el cemento es un mecanismo esencial en la edificación moderna, utilizado en una variedad de aplicaciones que van desde estructuras de gran escala hasta pequeñas obras de albañilería. El desarrollo continuo de nuevos tipos de cemento y mejoras en su producción busca optimizar tanto su desempeño como su impacto ambiental (Muñoz, 2022).

b) Agua

Por ser el componente responsable del inicio de la reacción química de hidratación del cemento, proceso esencial para el desarrollo de las cualidades fisicoquímicas del hormigón, es un componente esencial en la fabricación del hormigón. Sin agua, el cemento no puede reaccionar, lo que significa que no se formaría la pasta de cemento que une los agregados gruesos y finos en una mezcla sólida y resistente. Por esta razón, la calidad, cantidad y tipo de agua utilizada en la mezcla de concreto son factores determinantes para la durabilidad, resistencia y comportamiento general del material (Villafuerte, 2023).

Cuando el cemento se mezcla con agua, los componentes (principalmente el silicato tricálcico y el silicato dicálcico) comienzan a reaccionar en un proceso conocido como hidratación. Este proceso genera compuestos de gel hidratado que rellenan los espacios entre las partículas del agregado, creando una matriz sólida y cohesiva. Además, la cuantía de agua influye claramente en la trabajabilidad del concreto. Una mezcla con demasiada agua puede ser fácil de manejar, pero resultará en un concreto más débil y poroso. Por otro lado, una cantidad insuficiente de agua puede dificultar la mezcla y colocación del concreto, afectando su compactación y resistencia final (Suárez, 2019).

Para producir concreto de alta calidad, el agua utilizada debe cumplir ciertos requisitos para no perjudicar las cualidades del concreto. Generalmente, se recomienda el uso de agua potable, que es aquella que no tiene un sabor, olor o color pronunciado y que está libre de impurezas que puedan interferir con la hidratación del cemento. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas siempre y cuando se compruebe que no contienen sustancias que afecten la resistencia, el tiempo de fraguado o la durabilidad del concreto. Las impurezas dañinas comunes incluyen ácidos, aceites, álcalis, sales, azúcares y materia orgánica (Velandia & Amaya, 2024).

Tipos de agua utilizados en el concreto

- **Agua Potable:** Es la opción preferida para la elaboración del concreto debido a su pureza y ausencia de contaminantes. El agua potable garantiza que el concreto no sufrirá reacciones adversas que puedan comprometer su resistencia o durabilidad. Esta agua generalmente se utiliza en la mayoría de los proyectos de construcción, desde pequeñas obras de albañilería hasta grandes infraestructuras.
- **Aguas No Potables:** Bajo ciertas condiciones, aguas no potables, como las aguas subterráneas o recicladas, pueden ser utilizadas en la mezcla de concreto. Antes de su uso, deben ser analizadas mediante ensayos para verificar que no contengan sustancias perjudiciales en concentraciones que puedan afectar negativamente las



propiedades del concreto. Por ejemplo, el agua que contiene cloruros puede acelerar la degradación del acero de refuerzo en el concreto estructural, mientras que el agua con exceso de sulfatos puede deteriorar el cemento con el tiempo.

- Agua Reutilizada o Reciclada: En la actualidad, y por razones de sostenibilidad, el uso de agua reciclada o de aguas grises tratadas se ha convertido en una práctica común en algunos proyectos de construcción. Esta agua debe cumplir con ciertos estándares de calidad para asegurar que no interfiera con la hidratación del cemento ni afecte la durabilidad del concreto a largo plazo. El uso de agua reciclada no solo ayuda a conservar recursos hídricos, sino que también puede reducir los costos en grandes proyectos.

Uno de los aspectos más determinantes en el proceso de fabricación del concreto es la relación(a/c), la cual define la distribución del agua utilizada y el peso del cemento en la mezcla. Este parámetro juega un papel fundamental, ya que influye de manera directa tanto en la resistencia como en la durabilidad del concreto. Una proporción baja de agua-cemento, por lo general, tiende a generar un concreto de mayor resistencia debido a la disminución de la porosidad interna. Esta reducción en la porosidad permite que la estructura interna del concreto sea más densa y menos susceptible a la penetración de agentes externos como la humedad, los químicos y el aire, lo que a su vez incrementa su capacidad de soportar cargas y prolonga su vida útil.

En contraste, una relación agua-cemento elevada puede mejorar la trabajabilidad del concreto, facilitando su manejo y colocación, pero trae consigo ciertos inconvenientes en términos de resistencia estructural y durabilidad. Un mayor contenido de agua en la mezcla incrementa el riesgo de que se forme un concreto más poroso, lo que lo hace más vulnerable a la aparición de fisuras, el desgaste prematuro y la infiltración de agentes agresivos del entorno, como sulfatos y cloruros. Estos factores pueden acelerar procesos

de deterioro, reduciendo la facultad del concreto para continuar manteniendo sus propiedades mecánicas a lo largo del tiempo.

Por ello, encontrar el equilibrio adecuado en la relación agua-cemento es esencial para optimizar las características del concreto en función de las exigencias de cada proyecto. Si bien una mezcla con menor agua favorece una mayor resistencia, también se debe asegurar que la trabajabilidad sea suficiente para que el concreto pueda ser correctamente colocado y compactado, evitando defectos estructurales y asegurando su rendimiento a largo plazo. Este equilibrio es un desafío técnico clave en el diseño de mezclas de concreto de alta calidad (Mego, 2023).

Además de su papel en la hidratación del cemento, el agua también es utilizada para curar el concreto, es decir, para mantener la humedad en la mezcla recién vertida durante el período de fraguado inicial. Este proceso de curado es crucial a fin de desarrollar la resistencia final del concreto y para prevenir la fisuración debido a la pérdida rápida de agua en climas secos o calurosos. El uso adecuado y el control del agua durante todas las etapas del proceso de mezclado, colocación y curado del concreto son fundamentales para asegurar un producto de alta calidad y durabilidad (García, 2022).

c) Agregados

La norma E060, que regula el concreto armado, proporciona directrices precisas acerca de las características y el uso adecuado de los agregados en la fabricación del concreto. Esta normativa clasifica los agregados en dos categorías fundamentales: el agregado grueso y el agregado fino. Ambos tipos de agregados conforman piezas claves en la preparación del concreto, ya que, en conjunto, constituyen aproximadamente entre el 60% y el 80% del volumen total del material. Su correcta selección e inclusión son esenciales, no solo por su función de relleno, sino porque influyen de manera significativa en las propiedades mecánicas y físicas del concreto (Cajusol, 2023).

❖ Según su procedencia

Agregados Naturales

De acuerdo con (Mollo, 2019), los agregados naturales se obtienen de dos fuentes principales: canteras y ríos. Los agregados extraídos de canteras, como la grava y la piedra triturada, suelen tener una textura más áspera y bordes más agudos debido al proceso de trituración y desintegración. Por otro lado, los agregados recolectados de ríos, como la arena y la grava de río, presentan una textura más suave y una forma más redondeada. Esta diferencia se debe a la erosión y al transporte natural a lo largo del lecho del río, que suaviza las partículas y las redondea (Villafuerte, 2023).

La textura más suave y la forma redondeada de los agregados de río pueden mejorar la trabajabilidad del concreto, ya que estos materiales se mezclan con mayor facilidad y requieren menos agua para obtener una consistencia adecuada. Sin embargo, la selección entre agregados de cantera y de río depende de factores como la disponibilidad local, el costo y las especificaciones del proyecto de construcción. Los agregados naturales deben desempeñar con ciertos requerimientos de calidad para asegurar la resistencia y durabilidad del concreto (Chili & Pineda, 2023).

Agregados Artificiales

Los agregados artificiales son materiales utilizados en la fabricación de concreto que provienen de procesos industriales y reciclaje. Estos agregados incluyen una variedad de subproductos y materiales procesados, que ofrecen ventajas tanto técnicas como económicas. Entre los tipos más comunes se encuentran:

Agregados Derivados de Subproductos Industriales:

- Ladrillos de Arcilla Expandida: Estos ladrillos se fabrican mediante el sometimiento de arcilla a temperaturas extremadamente altas, lo que provoca su expansión y genera un material ligero y altamente poroso. Esta característica convierte a los



ladrillos de arcilla expandida en un excelente agregado para la fabricación de concreto ligero, ya que no solo reduce el peso total del material, sino que también mejora sus propiedades de aislamiento térmico. Al integrar estos ladrillos en la mezcla de concreto, se consigue un material con mayor eficiencia energética, adecuado para aplicaciones en climas extremos o estructuras donde la ligereza sea un factor crítico.

- **Escoria de Hornos de Alta Temperatura:** Este agregado se forma a partir del enfriamiento rápido de la escoria producida durante el proceso de fabricación del acero en hornos a alta temperatura. Cuando se incorpora al concreto, la escoria mejora sus propiedades frente a temperaturas extremas, incrementando su resistencia al calor y su capacidad para mantener la integridad estructural en condiciones adversas. Además, su inclusión contribuye a la durabilidad del concreto, prolongando su vida útil y aumentando su resistencia a factores de deterioro como la corrosión y el desgaste, lo que lo hace especialmente útil en construcciones industriales o infraestructuras expuestas a altas temperaturas.
- **Escoria del Procesamiento de Mineral de Hierro:** Esta escoria se obtiene como un subproducto durante la extracción y refinación del hierro. Al ser utilizada como un sustituto parcial del cemento en la mezcla de concreto, aporta notables mejoras tanto en la resistencia como en la durabilidad del material. Este reemplazo parcial no solo contribuye a reducir el consumo de cemento, favoreciendo un enfoque más sostenible, sino que también incrementa la resistencia a la compresión del concreto y su capacidad para resistir condiciones ambientales severas, como la exposición a productos químicos o ciclos de congelación y descongelación. En conjunto, el uso de este tipo de escoria ofrece una alternativa más ecológica y eficiente en la producción de concreto, sin sacrificar su rendimiento estructural.

❖ Según su tamaño

Agregado grueso: De acuerdo con la normativa E060, se define como agregado grueso a aquel material que es retenido en el tamiz N°4, el cual tiene una abertura de 4.75 mm. Este tipo de agregado está compuesto principalmente por grava, la cual procede de la fragmentación natural de rocas, o a través de piedra triturada, también conocida como piedra chancada, que se obtiene a través de la trituración mecánica de rocas de mayor tamaño. El agregado grueso desempeña un papel fundamental en la elaboración del concreto, ya que no solo contribuye a proporcionar resistencia y rigidez a la estructura final, sino que también ayuda a reducir el calor generado durante el proceso de hidratación en mezclas de gran volumen. Además, su inclusión disminuye el riesgo de aparición de fisuras, un factor vital para asegurar la durabilidad y estabilidad de las construcciones. La correcta selección del agregado grueso es, por tanto, esencial para mejorar las propiedades mecánicas del concreto y asegurar un desempeño óptimo en términos de resistencia y comportamiento estructural (Mollo, 2019).

Agregado fino: En lo que respecta al agregado fino, la norma E060 lo define como la arena que proviene tanto de la desintegración natural de rocas como de procesos mecánicos de chancado. Este material pasa a través del tamiz N°4 y queda retenido en el tamiz N°200, que tiene una abertura de 0.075 mm. El agregado fino cumple una función crucial dentro de la mezcla de concreto, ya que su presencia permite llenar los vacíos que quedan entre las partículas de agregado grueso, mejorando así la cohesión y la uniformidad de la mezcla. Esto no solo facilita la trabajabilidad del concreto fresco, sino que también contribuye a mejorar su resistencia y durabilidad una vez endurecido. Al minimizar los espacios vacíos dentro de la mezcla, el agregado fino optimiza la densidad del concreto, lo que resulta en un material más robusto y resistente a largo plazo. Además, una correcta proporción y calidad del agregado fino es esencial para evitar problemas como la segregación y la exudación, factores que podrían comprometer el rendimiento estructural del concreto (Peñaloza, 2024).

Requisitos de calidad de los agregados

De acuerdo con la norma E060, tanto los agregados gruesos como los finos deben cumplir con los requisitos especificados en las (NTP) para certificar la calidad del concreto y la seguridad de las estructuras. Los requisitos incluyen, pero no se limitan a:

- **Granulometría:** Los agregados deben estar bien graduados, es decir, deben tener una distribución de tamaños de partículas adecuada que permita una buena compactación y reduzca los vacíos en la mezcla. Un agregado mal graduado puede resultar en un concreto con propiedades mecánicas deficientes.
- **Limpieza:** Es esencial que los agregados utilizados en la mezcla de concreto estén completamente libres de sustancias nocivas que puedan comprometer tanto las características del concreto como su durabilidad a largo del tiempo. Entre las impurezas más comunes que deben evitarse se encuentran las arcillas, materia orgánica, sales y otros contaminantes que podrían interferir con el proceso de hidratación del cemento. Estos elementos indeseables pueden afectar negativamente la adherencia entre el cemento y los agregados, disminuyendo la cohesión y, por lo tanto, la resistencia del concreto. Además, la presencia de estos contaminantes podría inducir problemas de expansión del material, reducir la resistencia final del concreto e incluso acelerar la corrosión del acero de refuerzo, comprometiendo seriamente la estabilidad estructural de las construcciones.
- **Resistencia y Durabilidad:** Los agregados deben ser lo suficientemente duros y resistentes para soportar las diversas cargas y esfuerzos que el concreto enfrentará durante su vida útil. Para garantizar que los agregados no se desgasten, fracturen o desintegren bajo condiciones de servicio, es necesario someterlos a ensayos de resistencia al desgaste, al impacto y a la abrasión, como el ensayo de Los Ángeles. Estos ensayos evalúan la capacidad del agregado para mantener su integridad



estructural bajo el estrés mecánico. La resistencia del agregado es un factor crucial, ya que afecta directamente la resistencia general del concreto y su capacidad para soportar el tráfico, las cargas y otras fuerzas a las que estará sometido a lo largo del tiempo.

- **Absorción de Agua:** Los agregados deben tener un nivel de absorción de agua controlado para evitar interferencias en la mezcla de concreto. Un alto grado de absorción puede alterar la proporción de agua-cemento, lo que afectaría la trabajabilidad de la mezcla, así como su resistencia y durabilidad una vez endurecido. Si los agregados absorben demasiada agua, esto podría llevar a una mezcla más seca de lo necesario, lo que resultaría en una reducción de la fluidez del concreto, dificultando su colocación y comprometiendo su calidad estructural. Por otro lado, si el agregado absorbe poca agua, la mezcla podría volverse demasiado fluida, debilitando las propiedades finales del concreto.
- **Forma y Textura de las Partículas:** La forma y la textura superficial de los agregados juegan un papel fundamental en la trabajabilidad del concreto fresco y en la adherencia de la pasta de cemento. Los agregados con formas angulares o superficies rugosas suelen ofrecer una mayor adherencia, lo que mejora la cohesión interna del concreto. Sin embargo, estas características también pueden dificultar la trabajabilidad de la mezcla fresca, haciéndola menos manejable durante su colocación. Por el contrario, los agregados con formas redondeadas favorecen una mayor fluidez y facilidad de manejo de la mezcla, pero, al tener menos superficie de contacto, podrían reducir ligeramente la resistencia del concreto debido a una menor adherencia entre el agregado y la pasta de cemento. Es por ello que es importante equilibrar estas propiedades para optimizar tanto la trabajabilidad como la resistencia final del concreto.

El cumplimiento de los requisitos de cada ensayo, conforme a las NTP y la norma E060, es clave para garantizar la calidad del concreto y el desempeño de las estructuras

construidas. Estos requisitos permiten que los agregados proporcionen las propiedades adecuadas de resistencia, durabilidad y trabajabilidad, garantizando así la integridad estructural y la vida útil de las edificaciones y obras civiles. El uso de agregados que no cumplen con las especificaciones puede dar lugar a fallos estructurales, altos costos de mantenimiento, y problemas de seguridad, por lo que su evaluación es esencial en el diseño y ejecución de proyectos de construcción (Ruiz, 2024).

d) Aditivos

Los aditivos se componen de sustancias químicas que se agregan al concreto para mejorar y optimizar sus propiedades, ajustando su rendimiento para satisfacer requisitos específicos de cada proyecto. Estos aditivos juegan un papel crucial en la modificación de las características del concreto, tales como su trabajabilidad, tiempo de fraguado, resistencia y durabilidad. Para garantizar que los aditivos utilizados cumplan con los estándares de calidad y seguridad, deben adherirse a las especificaciones establecidas en la normativa (Chili & Pineda, 2023).

Los aditivos pueden cumplir varias funciones clave en el concreto:

- **Trabajabilidad:** Los aditivos consisten en sustancias químicas incorporadas al concreto que se hace más fácil de mezclar, transportar y colocar sin necesidad de aumentar la cantidad de agua. Esto es especialmente útil en mezclas de concreto con agregados de mayor tamaño o en condiciones de trabajo difíciles, ya que facilita el manejo y la colocación del material.
- **Control del Tiempo de Fraguado:** Los retardadores son aditivos que alargan el tiempo de fraguado del concreto, lo que resulta beneficioso en climas cálidos o en proyectos que requieren tiempos de manipulación más largos. Por el contrario, los aceleradores reducen el tiempo de fraguado, permitiendo un rápido endurecimiento, lo cual es ideal para condiciones frías o cuando se necesita una rápida recuperación de la resistencia para el desmoldeo y el uso de la estructura.



- **Optimización de la Resistencia Temprana:** Los aceleradores también pueden acelerar la formación de resistencias tempranas en el concreto, permitiendo que las estructuras alcancen su capacidad de carga más rápidamente y reduciendo el tiempo necesario para las etapas subsiguientes de la construcción.
- **Regulación del Calor de Hidratación:** Los aditivos pueden modificar el ritmo de producción de calor durante la hidratación del cemento. Esto es especialmente importante en grandes volúmenes de concreto, como en cimentaciones masivas o estructuras de gran tamaño, donde un control adecuado del calor es esencial para evitar problemas como la fisuración térmica.
- **Minimización de la Segregación y Retracción:** Los aditivos también ayudan a disminuir la segregación del concreto, que es el proceso por el cual los componentes de la mezcla se separan, y a minimizar la retracción, que puede llevar a la formación de fisuras en el concreto endurecido.

Los tipos más comunes de aditivos incluyen:

- **Plastificantes:** Mejoran la fluidez del concreto, permitiendo una reducción en la cantidad de agua necesaria sin afectar la trabajabilidad. Esto es útil para lograr una mezcla más densa y resistente.
- **Reductores de Agua:** Reducen la cantidad de agua requerida para alcanzar una determinada consistencia, lo que aumenta la resistencia del concreto al reducir su relación agua-cemento.
- **Retardadores:** Extienden el tiempo de fraguado del concreto, permitiendo más tiempo para la colocación y el acabado de la mezcla, especialmente en condiciones cálidas.
- **Aceleradores:** Reducen el tiempo de fraguado y el tiempo necesario para que el concreto alcance una resistencia inicial, lo que es útil en climas fríos o para proyectos que requieren un rápido avance.



- Incorporadores de Aire: Introducen minúsculas burbujas de aire en la mezcla, mejorando la resistencia del concreto a la congelación y descongelación, así como su durabilidad.
- Impermeabilizantes: Reducen la permeabilidad del concreto, protegiendo las estructuras contra la penetración de agua y la corrosión de las armaduras.
- Inhibidores de Corrosión: Protegen el acero de refuerzo en el concreto contra la corrosión, extendiendo la vida útil de las estructuras.

2.2.5 Propiedades del concreto

De acuerdo con (Mollo, 2019), para adquirir un entendimiento más profundo de las características del hormigón, es aconsejable examinar y evaluar cada uno de sus componentes tanto individualmente como en conjunto. En consecuencia, las propiedades del hormigón están relacionadas con las características de los materiales que lo componen, como la densidad de la mezcla, la relación agua/cemento, y los agregados gruesos y finos (Ulloa & Valverde, 2021).

2.2.5.1 Propiedades en estado fresco

a) Trabajabilidad o manejabilidad

Se refiere a su facilidad para ser colocado, compactado y acabado sin que ocurra separación o rezumado. Aunque actualmente no existe una prueba específica que pueda cuantificar esta característica, se evalúa a través de pruebas de asentamiento o revenimiento, que determinan la fluidez de la mezcla cuando está fresca. Según la misma fuente, la cantidad de agua añadida, las propiedades de los agregados, el contenido de aire, la relación entre pasta y agregado, y las condiciones climáticas influyen en la manejabilidad del concreto (Chili & Pineda, 2023).

Los parámetros establecidos para la consistencia del concreto están detallados en la tabla:

Tabla 2

Parámetros establecidos de la consistencia

Slump	Consistencia	Trabajabilidad
0 a 2 pulg	Seca	Poco trabajable
3 a 4 pulg	Plástica	Trabajable
> a 5 pulg	Fluida	Muy trabajable

Datos: Tomado de Abanto

b) Segregación

La segregación es un fenómeno negativo en el concreto fresco, ya que provoca la separación de sus componentes, lo que puede llevar a agrietamientos y rupturas en el material. Para evitar este problema, es crucial considerar la segregación durante la dosificación de las mezclas de concreto. Esta puede ser reducida al incrementar la proporción de agregados finos en la mezcla. Además, se ha observado que la segregación generalmente resulta de prácticas inadecuadas, como el movimiento desigual del concreto, el paso por canaletas con cambios de dirección, y el exceso de vibración en la mezcla (Briceño & De La Cruz, 2022).

c) Exudación

Se señala que la exudación ocurre cuando parte del agua del concreto recién colocado asciende hacia la superficie después de la evaporación del concreto, lo que puede resultar en un hormigón poroso y de baja durabilidad. De manera similar, se considera que la exudación es una característica inherente al concreto, y es crucial controlarla y evaluarla para mitigar sus efectos negativos. Esta propiedad se manifiesta cuando una parte del aditivo se separa de la mezcla y asciende hacia la superficie del concreto (Alva, 2021).

2.2.5.2 Propiedades en estado endurecido

Las propiedades de un hormigón duradero incluyen su capacidad para resistir esfuerzos de compresión y tracción, su impermeabilidad, resistencia al desgaste, así como sus características elásticas, térmicas y acústicas. En esta investigación, se evaluará el comportamiento del hormigón mejorado con escoria mediante pruebas de resistencia a la compresión y tracción (Aguilar, 2024).

Dado que no es posible evaluar la durabilidad del hormigón mientras se encuentra en estado plástico, las muestras suelen obtenerse durante el proceso de mezclado y los ensayos de compresión se llevan a cabo una vez finalizada la fase de curado. Por este motivo, la resistencia a la compresión del hormigón se mide a los 28 días, que es el periodo de tiempo durante el cual el hormigón debe soportar las presiones de compresión (Hernández et al., 2020).

❖ Resistencia a compresión

Dado que la resistencia a la compresión, conocida como f_c , es una de las propiedades más fundamentales del hormigón, su evaluación se convierte en un aspecto clave en el diseño y cálculo de los elementos estructurales de una construcción civil. Asegurar que el hormigón cumpla con los requisitos de resistencia es crucial para garantizar el rendimiento y la funcionalidad de la estructura a lo largo de su vida útil. Para medir esta resistencia en condiciones de laboratorio, se realiza una prueba de ruptura o fractura utilizando muestras cilíndricas. Estas muestras se someten a una carga axial en una máquina especializada que aplica presión de manera uniforme hasta que el concreto falla. El valor de la resistencia a la compresión se determina dividiendo la carga máxima alcanzada antes de la fractura por el área de la sección transversal de la muestra. Este resultado se expresa en megapascales (MPa), que es la unidad estándar para representar la resistencia a la compresión del concreto (Jami & Narvaez, 2021).

La resistencia del concreto es especialmente crucial en proyectos de gran envergadura, como estructuras masivas o construcciones situadas en terrenos inestables, donde las demandas estructurales son mayores. Para garantizar que el hormigón sea capaz de soportar las cargas previstas, se realizan diversos ensayos que evalúan su comportamiento frente a diferentes tipos de esfuerzos, siendo los más comunes los de compresión, flexión y tracción. Es importante tener en cuenta que la resistencia del concreto no es instantánea, sino que se desarrolla y mejora con el paso del tiempo, alcanzando su valor óptimo a los 28 días de fraguado. Este periodo de maduración es crítico, ya que es cuando el hormigón adquiere su resistencia máxima bajo cargas de compresión. Para evaluar esta firmeza, las pruebas se enfocan en medir la resistencia máxima que una muestra de concreto puede soportar bajo una carga axial, siendo este valor expresado en unidades de presión, como kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2), después del periodo de 28 días. Este valor de resistencia se denota con el símbolo $f'c$, que representa la capacidad del concreto para resistir la compresión de manera eficiente en condiciones estructurales (Sucapuca, 2021).

La resistencia es un factor crucial que limita el desempeño estructural y constituye el principal criterio de diseño en ingeniería. Características mecánicas deficientes pueden disminuir la resistencia y rigidez, comprometiendo así la capacidad de carga de la estructura. Esto puede provocar un aumento en la deflexión y otras deformaciones, así como reducir la resistencia a la formación de grietas en los elementos estructurales. Una resistencia mecánica insuficiente puede agravar la aparición y expansión de fisuras, dado que una estructura interna del concreto no adecuadamente compacta tiende a tener una menor durabilidad. Por lo tanto, es fundamental que la resistencia del concreto en todas sus partes cumpla con las especificaciones y normativas pertinentes, así como con las exigencias de diseño establecidos (Quispe & Soncco, 2024).



2.2.6 Resistencia a flexión

La resistencia a la flexión es una propiedad mecánica fundamental de los materiales, que refleja su capacidad para soportar las fuerzas aplicadas que intentan doblarlos o generar una deformación a través de la flexión. De manera más detallada, este término hace referencia al esfuerzo máximo o la cantidad de tensión que un material puede resistir justo en el momento en que se produce su fractura o fallo bajo la acción de una carga de flexión. Este tipo de esfuerzo es crucial en numerosos materiales utilizados en la ingeniería y la construcción, como la madera, los metales, el hormigón y los polímeros, donde su capacidad para resistir flexiones determina su idoneidad para diferentes aplicaciones estructurales (Mollo, 2019).

Es una propiedad mecánica fundamental que describe la capacidad de un material para resistir deformaciones bajo cargas de flexión. En otras palabras, es la máxima tensión que un material puede soportar en su superficie más externa durante un ensayo de flexión antes de romperse. Esta resistencia es un indicador de la rigidez y la resistencia del material frente a cargas de doblado, lo cual es esencial para muchas aplicaciones de ingeniería y diseño estructural (Peñaloza, 2024).

La resistencia a la flexión generalmente se determina a través de ensayos específicos, conocidos como ensayos de flexión en tres o cuatro puntos, dependiendo del método utilizado. En este tipo de pruebas, una muestra del material se coloca de manera que esté apoyada en dos o cuatro puntos fijos, y luego se aplica una carga en su parte central, o en dos puntos adicionales, en el caso del ensayo de cuatro puntos. A medida que la carga aumenta, el material comienza a flexionarse, y se registra la cantidad exacta de fuerza aplicada en el momento en que la muestra se rompe o falla. Este valor de carga máxima permite calcular la resistencia a la flexión del material.

La resistencia a la flexión se expresa en unidades de presión, que reflejan la tensión o esfuerzo por unidad de área que el material puede soportar antes de fracturarse. Las unidades más comúnmente empleadas para expresar este valor son los megapascales (MPa) en el sistema métrico, o las libras por pulgada cuadrada (psi) en el sistema anglosajón. Estas medidas proporcionan una evaluación clara de la capacidad del material para resistir las fuerzas que tienden a doblarlo, y son fundamentales para prever su desempeño en aplicaciones estructurales donde se esperan cargas flexionales, como en vigas, losas y otros elementos sometidos a estas tensiones.

Varios factores pueden influir en la resistencia a flexión de un material:

- **Tipo de Material:** Los materiales como el acero, la madera, el hormigón, los polímeros y los materiales compuestos tienen diferentes niveles de resistencia a flexión debido a sus propiedades internas únicas.
- **Tratamientos Térmicos y Mecánicos:** Procesos como el templado, el recocido, la extrusión, entre otros, pueden cambiar la microestructura de los materiales y, por ende, su resistencia a flexión.

La resistencia a flexión es un parámetro clave en el análisis y diseño de materiales y estructuras. Entender cómo medirla, los factores que la afectan y su aplicación práctica permite a los ingenieros y diseñadores optimizar sus proyectos para la máxima eficiencia, seguridad y economía (Chili & Pineda, 2023).

2.3 Marco conceptual

- a. **Asentamiento:** Es una medida clave para evaluar la consistencia y fluidez del concreto fresco, y su importancia radica en la capacidad del concreto para ser manejado y colocado adecuadamente en las obras de construcción. Este parámetro se determina mediante la prueba de asentamiento, también conocida como la



- prueba del cono de Abrams, un método sencillo pero efectivo que mide la reducción en la elevación de una muestra de concreto fresco una vez retirado el molde cónico estandarizado.
- b. Aditivo superplastificante:** Un aditivo superplastificante es un tipo de aditivo químico que se añade al hormigón para mejorar su trabajabilidad y reducir la cantidad de agua necesaria en la mezcla. Los superplastificantes son también conocidos como reductores de agua de alto rango y permiten la fabricación de hormigones de alta resistencia con una relación agua-cemento significativamente baja. Esto se traduce en hormigones más densos, resistentes y duraderos, con menor porosidad y mejor capacidad para resistir agentes agresivos.
 - c. Concreto:** El concreto es un material esencial en la industria de la construcción, conformado por una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento (comúnmente cemento Portland), agregados como arena, grava o piedra triturada, agua y, en ciertas ocasiones, aditivos que mejoran o modifican sus propiedades. Al combinar estos componentes, se obtiene una mezcla que, al ser vertida y moldeada, inicia un proceso de endurecimiento debido a la reacción química del cemento con el agua, llamada hidratación.
 - d. Escoria negra:** La escoria negra es un subproducto derivado del proceso de fabricación del acero mediante hornos de arco eléctrico. Este tipo de escoria, conocida también como escoria de acero o escoria de horno eléctrico, se produce durante la fusión del acero cuando se eliminan las impurezas del hierro fundido. La escoria negra contiene compuestos como óxidos de calcio, hierro, silicio, aluminio, y magnesio, lo que le confiere propiedades químicas y físicas que pueden ser útiles en diversas aplicaciones.
 - e. Resistencia a flexión:** Es una característica fundamental que mide la capacidad de un material para soportar esfuerzos que intentan torcerlo o flexionarlo sin llegar a



fracturarse. Esta resistencia se evalúa mediante un ensayo en el cual se coloca una viga o barra del material sobre dos apoyos en sus extremos, y se le aplica una carga en el centro. A medida que se incrementa la carga, el material se deforma hasta alcanzar su límite de resistencia, momento en el que se produce la ruptura o falla. La carga máxima que el material es capaz de soportar antes de fallar es lo que define su resistencia a flexión.

- f. Resistencia a compresión: Es una característica clave que define la capacidad de un material para resistir fuerzas de compresión, es decir, fuerzas que intentan reducir su tamaño o deformarlo al ser sometido a cargas que lo presionan. Este tipo de resistencia se mide mediante un ensayo en el que se aplica de forma gradual una fuerza compresiva ejercida sobre una muestra específica del material, hasta que ocurre su ruptura o falla. El valor de la resistencia a compresión se obtiene al dividir la carga máxima soportada por la muestra entre su área de sección transversal.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se refiere al conjunto estructurado de métodos y técnicas que se aplican para realizar una indagación sistemática y rigurosa. Esta metodología es esencial para abordar problemas específicos, generar datos precisos y obtener resultados que puedan ser validados y replicados. La elección de la metodología depende del tipo de investigación y del objeto de estudio. Por ejemplo, en ingeniería civil, podrías encontrarte utilizando métodos cuantitativos para analizar la resistencia de materiales, métodos cualitativos para evaluar el impacto de una obra en la comunidad, o métodos mixtos cuando se requiere una aproximación integral (Medina et al., 2023).

3.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación experimental es fundamental para evaluar hipótesis y teorías mediante la manipulación controlada de variables. Este tipo de diseño te permite identificar relaciones de causa y efecto entre variables específicas, lo cual es crucial las condiciones experimentales deben replicar o simular situaciones reales de manera controlada. Un diseño de investigación experimental en ingeniería civil generalmente involucra la configuración de un experimento bajo condiciones controladas donde una o más variables independientes son manipuladas para observar su efecto sobre una o más

variables dependientes. Esto se realiza mientras se controlan otras variables potencialmente confusas para asegurar que cualquier cambio observado en la variable dependiente sea debido exclusivamente a la manipulación de la variable independiente (Hadi et al., 2023).

Se desarrollo un estudio experimental para evaluar las propiedades del concreto convencional al incorporar escoria negra y aditivos superplastificantes. Este estudio busco determinar cómo afectan las propiedades del concreto, contribuyendo a la optimización de materiales más sostenibles y eficientes para la construcción en la provincia de San Román.

3.2 Métodos de la investigación

El método científico es un enfoque sistemático y estructurado para la investigación que busca responder preguntas específicas o resolver problemas a través de pasos claramente definidos y reproducibles. Este método se basa en la observación rigurosa, el desarrollo de hipótesis, la experimentación controlada, y la evaluación de resultados para generar conocimientos confiables y objetivos. Utilizar el método científico en ingeniería civil no solo promueve la innovación y la mejora de técnicas y materiales, sino que también asegura que las soluciones a problemas estructurales o de diseño sean basadas en evidencia, mejorando así la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de proyectos. Este enfoque riguroso es crucial para avanzar en la disciplina, garantizando que los desarrollos sean técnicamente sólidos y confiables (Hadi et al., 2023).

3.3 Nivel y tipo de investigación

3.3.1 *Tipo de investigación*

La investigación aplicada es fundamental, ya que se centra en la resolución de problemas prácticos específicos. Este tipo de investigación toma los principios teóricos y los conocimientos científicos existentes y los aplica directamente a situaciones del mundo real con el objetivo de obtener soluciones concretas y útiles. La investigación aplicada es

un tipo de investigación que se enfoca en encontrar soluciones prácticas a problemas específicos o mejorar técnicas, procesos o tecnologías en un campo determinado. A diferencia de la investigación básica, que busca generar conocimiento teórico sin una aplicación inmediata en mente, la investigación aplicada tiene un objetivo claro y tangible: resolver un problema concreto o mejorar una situación particular (Pimienta et al., 2018).

Este estudio de investigación aplicada aborda la optimización del concreto convencional a través de la incorporación de escoria negra y aditivos superplastificantes. Se centra en evaluar cómo estas adiciones mejoran las propiedades del concreto, con el objetivo de ofrecer soluciones concretas para el aumento de la eficiencia en la construcción y la sostenibilidad ambiental en la provincia de San Román.

3.3.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación explicativo se centra en identificar y entender las causas y efectos de un fenómeno o problema. A diferencia de los niveles descriptivo y correlacional, que se limitan a observar y describir o encontrar relaciones entre variables, la investigación explicativa profundiza en el "por qué" y el "cómo" de las relaciones, permitiendo entender los mecanismos subyacentes y las razones detrás de los resultados observados. Este nivel de investigación es esencial cuando se busca no solo conocer o describir un fenómeno, sino también comprender a fondo los motivos y procesos detrás de su ocurrencia, lo que puede llevar a desarrollos innovadores y soluciones optimizadas (Reyes, 2022).

Este estudio de nivel explicativo busca comprender detalladamente cómo la incorporación de escoria negra y aditivos superplastificantes influye en las propiedades del concreto convencional.

3.4 Población y muestra de la investigación

3.4.1 Población

La población es un aspecto esencial en cualquier estudio, ya que permite identificar el grupo de interés al que se dirige la investigación. La correcta identificación y delimitación de esta población garantiza que los resultados obtenidos sean representativos y aplicables al contexto que se pretende analizar. En términos generales, la población en un estudio de investigación se refiere a la totalidad de los elementos, individuos, objetos, eventos o datos que comparten una característica específica previamente establecida por el investigador. Esta característica en común es lo que unifica al grupo y lo convierte en el foco del análisis (Iglesias, 2021).

La población estudiada comprende todos los concretos convencionales de la Provincia de San Román.

3.4.2 Muestra

La muestra es un subconjunto representativo extraído de la población total, seleccionado para participar en un estudio de investigación. Este subconjunto se elige de manera deliberada para asegurar que refleje de manera precisa las características clave de la población, lo que permite que los resultados obtenidos a partir de la muestra puedan ser extrapolados a la población completa con un nivel aceptable de precisión y confianza. La correcta elección y diseño de la muestra es un factor crucial para garantizar que los hallazgos de la investigación sean confiables, válidos y aplicables a un contexto más amplio (Reyes, 2022).

La muestra considerada en este estudio se compone de lo siguiente:

Tabla 3*Muestras*

Detalle	Muestras		
	Trabajabilidad	Compresión	Flexión
ME	3.00	15.00	15.00
+2% ESNE	3.00	15.00	15.00
+4% ESNE	3.00	15.00	15.00
+8% ESNE	3.00	15.00	15.00
+0.7% ASPL	3.00	15.00	15.00
+1.3% ASPL	3.00	15.00	15.00
+1.9% ASPL	3.00	15.00	15.00
Com	3.00	15.00	15.00

Donde:

ME : Concreto patrón o estándar

ESNE : Escoria Negra

ASPL : Aditivo Superplastificante

3.5 Técnicas e instrumentos**3.5.1 Técnicas**

Son los métodos o procedimientos concretos que se emplean para recolectar y analizar los datos en un estudio. Estas técnicas son esenciales para obtener información precisa, pertinente y que responda de manera efectiva a las preguntas de investigación, además de permitir la validación o refutación de las hipótesis planteadas. La elección de una técnica adecuada depende de la naturaleza del estudio, el tipo de datos requeridos y los objetivos específicos que se desean alcanzar. La selección de las técnicas de investigación más apropiadas es crucial para asegurar que los datos obtenidos sean válidos, fiables y adecuados para responder a las preguntas planteadas. Esto, a su vez, garantiza que las conclusiones derivadas del estudio sean sólidas y estén respaldadas por una base de evidencia robusta (Medina et al., 2023).

- Observación detallada.
- Ensayos en laboratorio.

3.5.2 Instrumentos

Son herramientas clave que los investigadores emplean para recolectar datos de manera precisa, sistemática y estandarizada. Estos instrumentos permiten medir y registrar información relevante sobre las variables en estudio, asegurando que los datos obtenidos sean consistentes y estén alineados con los objetivos planteados en la investigación. Algunos ejemplos comunes de instrumentos de investigación incluyen encuestas, cuestionarios, entrevistas, escalas de medición, pruebas y dispositivos de observación, entre otros. Además, los instrumentos de investigación deben estar previamente validados y, en muchos casos, adaptados al contexto y características de la población en estudio para asegurar su efectividad (Medina et al., 2023).

- Equipos y herramientas necesarios.
- Excel

3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación de instrumentos

Es el asunto mediante el cual se evalúa y se confirma que un instrumento de investigación (como un cuestionario, escala, guía de observación, etc.) mide de manera adecuada y precisa lo que se propone medir. Este proceso implica la comprobación de que el instrumento es adecuado para el contexto, los objetivos y la población de estudio, y que produce resultados consistentes y significativos. La validación de instrumentos es un paso esencial para garantizar que los datos recolectados sean significativos, permitiendo que los resultados de la investigación sean robustos, confiables y útiles para la toma de decisiones (Medina et al., 2023).

3.6.2 Confiabilidad de instrumentos

Se refiere a la capacidad del instrumento para producir resultados consistentes y estables cuando se aplica en diferentes momentos, circunstancias o muestras, siempre que las condiciones del estudio no cambien. En otras palabras, un instrumento es confiable

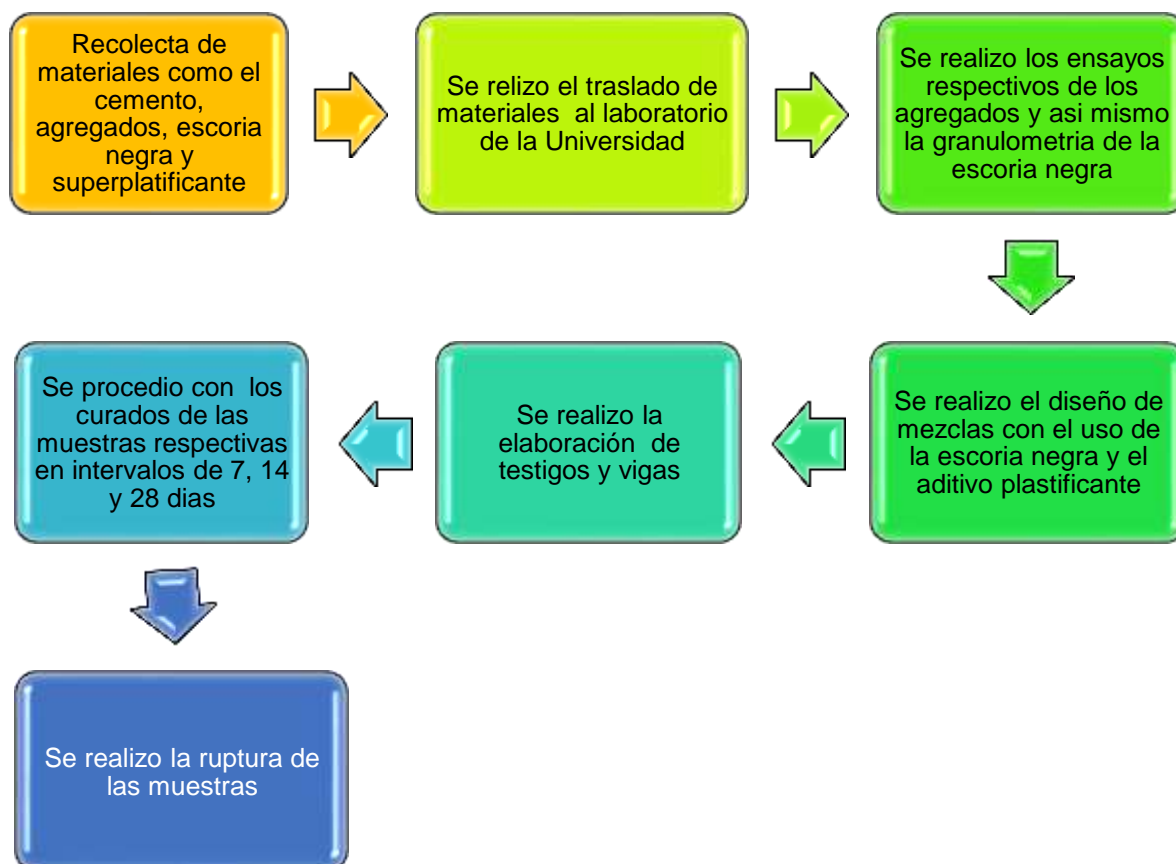
si, al repetir la medición en condiciones similares, produce los mismos resultados. Asegurar la confiabilidad de los instrumentos de investigación es esencial para garantizar que los datos obtenidos sean consistentes y válidos, proporcionando una base sólida para las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación (Medina et al., 2023).

3.7 Procedimiento de recolección de datos

Los agregados utilizados en este estudio fueron extraídos de la cantera Unocolla. La escoria de acero, por su parte, se obtuvo a través de la empresa industrial SiderPerú, dado que este material se genera en las plantas de producción de acero. El agua utilizada provino del laboratorio de la universidad, mientras que el cemento empleado fue de tipo I.

Figura 2

Procedimiento



3.7.1 Ensayos de laboratorio

a. Contenido de humedad

El procedimiento para establecer el contenido total de humedad en los agregados por medio del secado está especificado en la norma ASTM C566 o NTP 339.185. Este método se emplea para establecer el porcentaje de humedad que puede evaporarse de una muestra de agregado cuando se somete a un proceso de secado.

Para realizar este ensayo, se necesita una balanza, una fuente de calor y un recipiente adecuado. Los pasos del procedimiento son los siguientes:

- Seleccionar una muestra representativa del agregado (ya sea grueso o fino).
- Pesar la muestra en su estado inicial, conocida como la masa húmeda.
- Secar la muestra completamente utilizando una fuente de calor hasta que alcance una masa constante.
- Volver a pesar la muestra para obtener su masa en seco.

La fórmula para calcular el porcentaje de humedad en los agregados es la siguiente:

$$\text{Humedad} = \frac{H - S}{S}$$

Donde:

H : Masa inicial de la muestra

S : Masa de la muestra seca

b. Granulometría



Para este ensayo, es necesario contar con los siguientes equipos: una balanza, una serie de tamices y un horno. Con estos instrumentos, el procedimiento a seguir es el siguiente:

Procedimiento

- Preparación de la muestra: La muestra de agregado debe estar completamente seca antes de iniciar el ensayo. Se sugiere secarla en un horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, de acuerdo con la normativa ASTM C136 o N.T.P 400.012.
- Tamizado: Una vez seca, se aplica un proceso de tamizado a la muestra a través de una serie de tamices consecutivos, seleccionados de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Se comienza colocando toda la muestra en el tamiz con la mayor abertura. El tamizado se realiza durante un tiempo predefinido para asegurar una separación adecuada de las partículas por tamaño. Posteriormente, se pesa el material retenido en cada tamiz, lo que permite conocer la distribución de tamaños de las partículas.
- Cálculo de la distribución granulométrica: A partir de los pesos registrados tras el tamizado, se obtienen los porcentajes del material que pasa por cada tamiz, así como los porcentajes totales de material retenido en cada uno, considerando diferentes fracciones. Estos cálculos, con una precisión del 0,1 % en relación con la masa total de la muestra seca, se efectúan conforme a la norma ASTM C136 o N.T.P 400.012. Esta información es utilizada para construir la curva granulométrica.

c. Peso específico y absorción (fino):

La determinación de la densidad (tanto aparente como nominal) y la absorción del agregado fino es crucial para obtener los parámetros necesarios en el diseño de mezclas de concreto, siguiendo el método especificado en la ACI 211.1. Estos ensayos se llevan a



cabo de acuerdo con la norma ASTM C128 o NTP 400.022, que establece los pasos para la preparación de la muestra de ensayo y el procedimiento para obtener los datos requeridos. Para realizar el ensayo, se necesita una balanza, un picnómetro, un molde en forma de cono, y un pistón.

Procedimiento:

- Preparación de la muestra: Se toma una muestra representativa de agregado fino, la cual se seca hasta alcanzar una masa constante. Luego, se sumerge en agua durante 24 horas. Posteriormente, se elimina el exceso de agua sin perder partículas finas, extendiendo el material y aplicando una corriente de aire hasta lograr la condición de Saturada Superficialmente Seca (SSS).
- Ensayo de cono para humedad superficial: Para confirmar que la muestra está en condición SSS, se realiza el ensayo del cono. Este ensayo implica colocar un cono con el diámetro mayor sobre una superficie plana y no absorbente, llenándolo con el agregado suelto hasta que sobrepase el borde superior. Luego, se compacta el material con 25 golpes de un pistón que cae desde una altura de 5 mm sobre la superficie del agregado. Finalmente, se retira el material sobrante y el cono; si el material se asienta ligeramente, se confirma que la muestra está en la condición SSS adecuada para el ensayo.
- Procedimiento del ensayo: El picnómetro se llena parcialmente con agua y se añaden aproximadamente 500 gramos de agregado en condición SSS (conocida como masa S). Luego, se completa con agua hasta el 90% de la capacidad del picnómetro, se eliminan las burbujas de aire mediante movimientos giratorios, de inversión y agitación, y finalmente se llena hasta la marca de calibración. Se mide la masa del picnómetro con el agua y el agregado (dato C). Posteriormente, se retira el material, se seca hasta que alcance una masa constante (conocida como dato A), y se mide la masa del picnómetro lleno solo con agua hasta la marca de calibración (dato B).



- Cálculo de la densidad y absorción: Los resultados de densidad aparente, nominal y absorción del agregado fino se calculan utilizando las fórmulas especificadas en la ASTM C128 o NTP 400.022.

$$D_{ap} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\% \text{ Absorción} = \left[\frac{S - A}{A} \right] \cdot 100$$

Donde:

D_{ap} : densidad aparente, g/cm³

A : masa en el aire de la muestra secada al horno, gramos

B : masa del picnómetro lleno con agua, gramo

S : masa de la muestra saturada y superficialmente seca

C : masa del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración

d. Peso específico y absorción (grueso):

La norma técnica que regula los procedimientos y requisitos para determinar las propiedades de densidad y absorción del agregado grueso es la NTP 400.021, la cual es equivalente a la norma ASTM C127. Este estándar establece un método preciso para evaluar estas características del agregado grueso mediante un ensayo que se desarrolla en varias etapas bien definidas.

En primer lugar, una muestra del agregado grueso es sumergida completamente en agua durante un periodo de 24 horas, con un margen de ± 4 horas, con el objetivo de saturar los poros presentes en las partículas del material. Este paso es fundamental para garantizar que el agregado alcance su punto de saturación, donde todos sus poros internos están



llenos de agua, pero la superficie de las partículas permanece seca. Una vez transcurrido el tiempo de inmersión, se procede a eliminar el exceso de agua superficial del agregado, secando cuidadosamente las partículas hasta que su superficie esté libre de humedad visible. En esta condición, se mide la masa de la muestra, lo que se conoce como "masa saturada y seca al tacto".

A continuación, se determina el volumen del agregado mediante el principio de desplazamiento de agua. Este proceso permite calcular con precisión el volumen que ocupan las partículas en su estado saturado. Luego, la muestra se somete a un secado en horno, donde permanece hasta que su masa se estabilice, alcanzando lo que se denomina "masa seca" o "peso seco constante". Con las diferentes masas obtenidas durante el ensayo (masa seca, masa saturada y el volumen desplazado), se aplican las ecuaciones establecidas en la norma para calcular tanto la densidad relativa (también conocida como gravedad específica) como la absorción del agregado. La densidad relativa es una medida de cuán pesado es el agregado en comparación con el agua, mientras que la absorción indica el porcentaje de agua que el agregado es capaz de retener en su interior.

Para ejecutar el ensayo, es necesario preparar adecuadamente la muestra siguiendo estos pasos:

- Seleccionar una muestra representativa de material.
- Retirar el material que pasa por el tamiz N°4 mediante lavado en seco y enjuague completo.
- Secar la muestra hasta alcanzar una masa constante.

Además, se requieren los siguientes equipos: una balanza, un recipiente (malla), un tanque de agua y tamices.



Siguiendo este procedimiento, se determinan los valores de densidad y absorción del agregado grueso utilizando las fórmulas específicas proporcionadas en la norma ASTM C 127 o NTP 400.021.

$$D_{relativa} = \frac{A}{B - C}$$

$$\% \text{ Absorción} = \left[\frac{B - A}{A} \right] \cdot 100$$

Donde:

A : Masa de la muestra de ensayo secada al horno medida en el aire. Representa el peso de la muestra una vez que toda la humedad ha sido eliminada mediante secado en horno.

B : Masa de la muestra de ensayo saturada y superficialmente seca (SSS) medida en el aire. Esta es la masa de la muestra después de saturarla completamente con agua y secar superficialmente su superficie para eliminar el exceso de agua.

C : Masa aparente de la muestra de ensayo saturada medida en el agua. Representa la masa de la muestra completamente saturada, medida mientras está sumergida en agua.

e. Peso unitario.

El cálculo de la masa unitaria de los agregados, tanto en estado suelto como compactado, es crucial para definir las proporciones correctas de cada agregado en una mezcla de concreto. La norma ASTM C29 o NTP 400.017 especifica los requisitos para realizar este ensayo de manera adecuada.

Para llevar a cabo el ensayo correctamente, es necesario disponer de un molde que cumpla con las siguientes características:

- El molde debe ser impermeable, con bordes superior e inferior uniformemente alineados y debe ser lo suficientemente rígido para mantener su forma bajo un uso continuo.
- La altura del molde debe ser aproximadamente igual a su diámetro. La norma establece que la altura no debe ser menor al 80% ni superar el 150% del diámetro.

Además del molde, se utiliza una varilla de apisonamiento que debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- La varilla debe ser de acero liso, redonda y recta, con un diámetro de 16 ± 2 mm. Su longitud debe ser al menos 100 mm más larga que la profundidad del molde donde se realiza la compactación, sin exceder los 750 mm de longitud total.

Procedimiento del ensayo:

- Masa unitaria suelta: Para medir la masa unitaria en estado suelto, se llena el molde con el agregado sin compactar y se pesa. Este proceso se repite tres veces para asegurar la consistencia de los resultados.
- Masa unitaria compacta: Para determinar la masa unitaria compactada, el molde se llena en tres capas. Cada capa se compacta aplicando 25 golpes de la varilla de apisonamiento, distribuidos de manera uniforme. Es fundamental evitar que la varilla golpee la base del molde al compactar la primera capa. Para las capas siguientes, se debe compactar vigorosamente sin golpear la capa previamente compactada. Una vez el molde esté lleno, se nivela la superficie del agregado y se procede a pesar.

Este procedimiento permite obtener la masa unitaria del agregado, tanto en su estado suelto como compactado, proporcionando información esencial para el diseño y la optimización de mezclas de concreto.



f. Asentamiento del concreto:

e acuerdo con las directrices establecidas en la norma NTP 339.035 o su equivalente internacional, la ASTM C143, se utiliza un dispositivo denominado cono de Abrams para evaluar la trabajabilidad del concreto. Este ensayo consiste en medir el asentamiento del concreto fresco, lo cual se expresa en unidades de medida como pulgadas o centímetros, dependiendo de la preferencia local o normativa.

El proceso implica llenar el cono de Abrams con una muestra de concreto fresco en tres capas, compactándolas ligeramente para evitar la presencia de vacíos. Posteriormente, se retira el molde cónico de manera vertical, permitiendo que el concreto se asiente por efecto de su propio peso. La diferencia entre la altura original del cono y la altura final del concreto después de que se ha retirado el molde se conoce como "asentamiento". Esta medida proporciona información sobre la fluidez del concreto y, por lo tanto, su trabajabilidad.

Este control de asentamiento se realiza tanto en obra como en laboratorio, y es esencial para verificar que el concreto cumpla con los requisitos de asentamiento previamente especificados para el proyecto. La correcta trabajabilidad es fundamental para asegurar que el concreto pueda ser colocado y compactado adecuadamente, sin que se presenten problemas como segregación o excesiva rigidez, factores que podrían comprometer la calidad y durabilidad del concreto una vez endurecido. Por tanto, el ensayo de asentamiento es una herramienta clave en el control de calidad del concreto durante su colocación y en las etapas iniciales de su fraguado.



g. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto:

El ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto, establecido en la norma NTP 339.034, tiene como propósito evaluar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión aplicadas.

Muestras: Las muestras de concreto no deben ser sometidas a ensayo si presentan dimensiones fuera de las especificaciones establecidas o si muestran defectos que puedan comprometer la validez de los resultados.

Procedimiento: Este ensayo consiste en probar testigos cilíndricos de concreto que han sido curados durante periodos de 7, 14, 21 y 28 días. Los ensayos deben realizarse de inmediato después de que los testigos sean retirados del proceso de curado. Una vez listos, los testigos se colocan en la máquina de compresión, donde se aplica una carga axial de manera constante hasta que la muestra falle. Durante el ensayo, se registra de manera precisa el momento exacto en que se produce la fractura o ruptura del concreto.

Adicionalmente, es fundamental documentar con detalle la carga máxima alcanzada y el tipo de fractura que presenta cada muestra. Esta información es crucial para analizar cómo se comporta el concreto bajo condiciones de carga y para evaluar tanto su calidad como su resistencia estructural.

h. Ensayo de resistencia a flexión:

El propósito principal del ensayo es establecer los procedimientos adecuados para medir la resistencia a la flexión de un espécimen de concreto de tamaño reducido. Este ensayo



se realiza utilizando una viga simple, la cual es sometida a una carga concentrada en su punto central para evaluar su capacidad de resistir tensiones de flexión sin romperse.

Muestra: Para que el ensayo estructural sea preciso y cumpla con los estándares requeridos, el espécimen debe cumplir con las especificaciones detalladas en la norma NTP 339.078. Esta norma aplica tanto para especímenes prismáticos como para vigas de concreto. Es esencial que la luz libre, es decir, la distancia entre los puntos de apoyo de la viga, sea tres veces la altura del espécimen, con una tolerancia aceptable del 2%. Asimismo, los lados del espécimen deben formar ángulos rectos con respecto a las caras superior e inferior para asegurar uniformidad. Además, todas las superficies del espécimen deben estar completamente lisas y libres de imperfecciones como costras, indentaciones, huecos o inscripciones, para evitar que estas afecten los resultados del ensayo.

Procedimiento: El ensayo de resistencia a la flexión se realiza colocando el espécimen en una orientación específica. Uno de sus lados debe estar alineado de acuerdo con su posición original de moldeo. La viga se ubica centrada sobre los bloques de apoyo, asegurándose de que los bloques de carga estén en contacto directo con la superficie superior del espécimen. Se comienza aplicando una carga progresiva que varía entre el 3% y el 6% de la carga última estimada, incrementándose gradualmente hasta que el espécimen falle o se rompa.

Durante el ensayo, se registran todos los datos críticos, incluida la magnitud de la carga aplicada y la deflexión de la viga, que es la medida de la deformación que experimenta bajo la carga. Estos datos son utilizados para calcular la resistencia a la flexión del concreto y



para analizar el comportamiento estructural del material bajo las condiciones de carga, lo que es fundamental para evaluar su desempeño en aplicaciones reales.

3.8 Procesamiento y análisis de datos

En esta fase, el objetivo principal es convertir los datos en información valiosa que pueda servir como fundamento para decisiones bien fundamentadas. Para lograrlo, es necesario utilizar métodos y herramientas especializadas que permitan un análisis exhaustivo de los datos, garantizando que la información obtenida sea precisa, confiable y pertinente en el proceso de toma de decisiones.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

En este apartado se presentan los resultados en forma de tablas, acompañados de un breve análisis de cada uno, que muestran cómo la incorporación de escoria negra y superplastificante afecta las propiedades del concreto convencional.

a. Humedad en los agregados

Tabla 4

Humedad presente en los agregados

Humedad en agregados		
	<i>Agre. fino</i>	<i>Agre. grueso</i>
P.T. M. Hum	374.52	572.45
P.T.M. Seca	362.77	562.35
P.Tarro	39.21	39.87
P Agua	11.75	10.10
P.S.Seco	323.56	522.48
%Humedad	3.63	1.93

Se observaron los datos de las muestras tomadas para determinar la humedad en los agregados. Los resultados indican que el agregado fino presenta una humedad del 3.63%, mientras que el agregado grueso presentó una humedad del 1.93%.

**b. Peso específico y absorción****Tabla 5***Peso específico y absorción en los agregados*

Agregados	Pesos específicos (gr/cm ³)	Absorción (%)
Fino	3.12	3.49
Grueso	2.02	2.30

Se presentaron los resultados de los pesos específicos y la absorción de agua de los agregados fino y grueso. El peso específico del agregado fino fue de 3.12 g/cm³, por otro lado, el agregado grueso mostró un peso específico de 2.02 g/cm³. En cuanto a la absorción de agua, el agregado fino presentó una tasa de absorción del 3.49%, en contraste, el agregado grueso tuvo una absorción del 2.30%.

c. Pesos unitarios sueltos y varillados**Tabla 6***Pesos unitarios*

Agregado	Pesos unitarios	
	Suelto	Varillado
Fino	1.551 gr/cm ³	1.723 gr/cm ³
Grueso	1.448 gr/cm ⁴	1.584 gr/cm ⁴

Se presentan los pesos unitarios del agregado fino y grueso en dos estados: suelto y varillado. En el estado suelto, el agregado fino tuvo un peso de 1.551 g/cm³, mientras que el grueso presentó un peso de 1.448 g/cm³. En el estado varillado, el peso del agregado fino aumentó a 1.723 g/cm³, y el del agregado grueso fue de 1.584 g/cm³.

d. Análisis granulométrico de los agregados

Tabla 7

Granulométrico del A°G°

TAMIZ ASTM	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
1 1/2"	0.	0.	0.	100.
1"	0.	0.	0.	100.
3/4"	299.07	8.54	8.54	91.46
1/2"	695.63	19.88	28.42	71.58
3/8"	866.24	24.75	53.17	46.83
1/4"	967.52	27.64	80.81	19.19
No4	671.54	19.19	100.00	0.00
BASE	0.	0.	100.	0.
TOTAL	3500	100.		
% PERDIDA	0.			

Figura 3

Granulométrico del A°G°

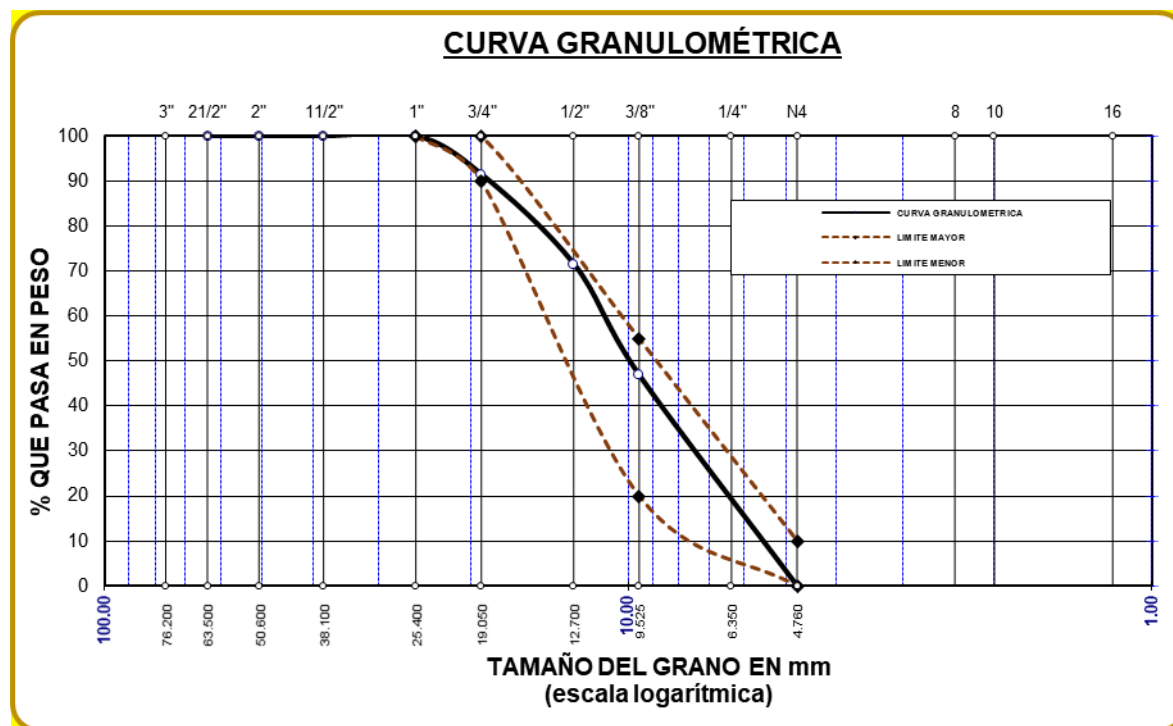


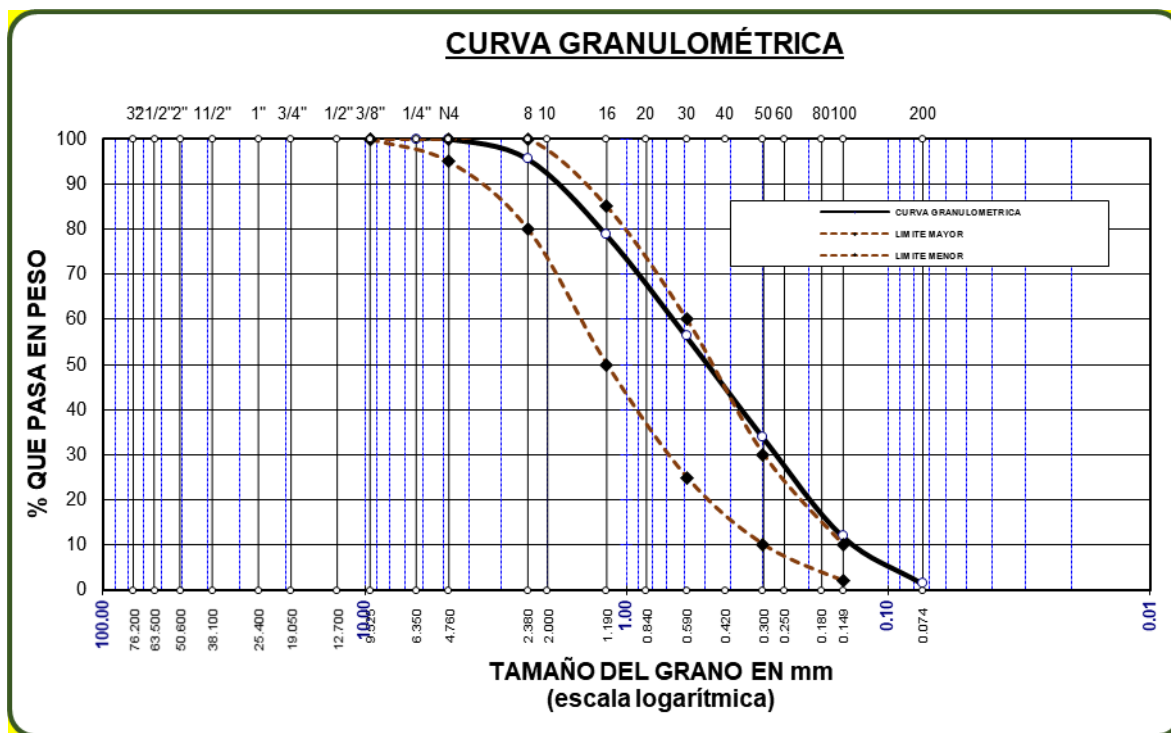
Tabla 8

Granulométrica del A°F°

TAMIZ ASTM	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
No4	0.00	0.00	0.00	0.00
No8	22.14	4.43	4.43	22.14
No16	84.27	16.85	21.28	84.27
No30	112.15	22.43	43.71	112.15
No 50	112.21	22.44	66.15	112.21
No100	109.33	21.87	88.02	109.33
No200	52.23	10.45	98.47	52.23
BASE	7.67	1.53	100.	0.
TOTAL	500.	100.		
% PERDIDA	1.53			

Figura 4

Granulométrica del A°F°





Diseño de mezclas

Tabla 9

Diseño de mezcla patrón

AGREGADO	Dosificación En Peso Seco	Proporción En Volumen	Dosificación En Peso Húmedo	Proporción En Volumen
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	208	0.57
Agreg. Grueso	1071	2.92	1091	2.98
Agreg. Fino	366	1.00	380	1.04

Tabla 10

Diseño de mezcla con escoria negra

Componentes	MP kg/m3	2% ESNE	4% ESNE	8% ESNE
Cemento	366.07	358.75	351.43	336.79
Agua	208.45	208.45	208.45	208.45
Agreg. Grueso	1091.29	1091.29	1091.29	1091.29
Agreg. Fino	379.54	379.54	379.54	379.54
Escoria Negra	0.00	7.32	14.64	29.29

Tabla 11

Diseño de mezcla con aditivo superplastificante

Componentes	MP kg/m3	0.7% ASPL	1.3% ASPL	1.9% ASPL
Cemento	366.07	366.07	366.07	366.07
Agua	208.45	208.45	208.45	208.45
Agreg. Grueso	1091.29	1091.29	1091.29	1091.29
Agreg. Fino	379.54	379.54	379.54	379.54
Superplastificante	0.00	2.56	4.76	6.96

Donde:

ESNE = Escoria negra

ASPL= Aditivo superplastificante

4.1.1 Influencia del remplazo del cemento por escoria negra sobre las propiedades del concreto

❖ Asentamientos

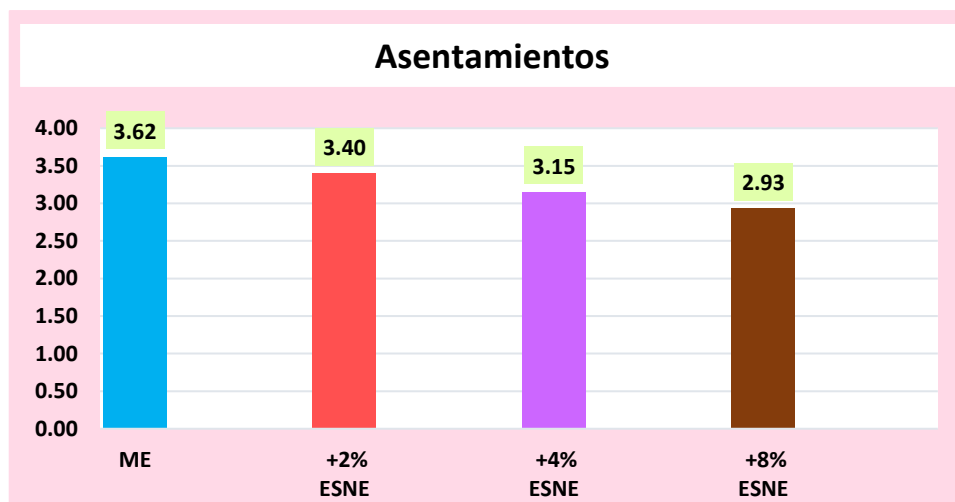
Tabla 12

Asentamientos

Descripción	Muestra	Asentamiento	Promedio
ME	A-1	3.60	3.62
	A-2	3.65	
	A-3	3.60	
+2% ESNE	A-1	3.45	3.40
	A-2	3.40	
	A-3	3.35	
+4% ESNE	A-1	3.20	3.15
	A-2	3.15	
	A-3	3.10	
+8% ESNE	A-1	2.90	2.93
	A-2	3.00	
	A-3	2.90	

Figura 5

Asentamiento



Se observa que el asentamiento del concreto estándar y de los concretos con remplazo parcial de cemento por escoria negra disminuye gradualmente conforme se eleva la cantidad de escoria.

❖ Resistencias a compresión

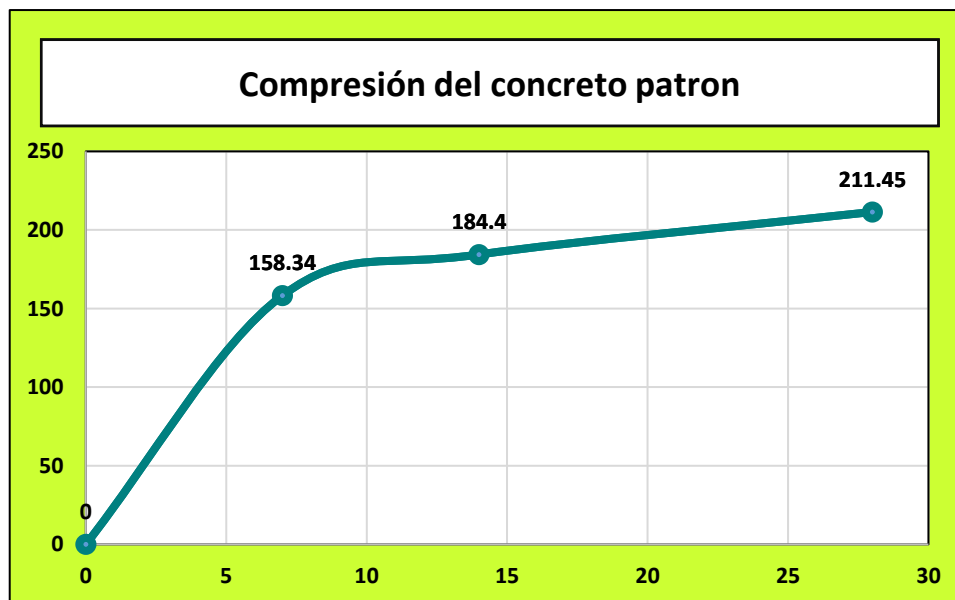
Tabla 13

Resistencias compresivas del concreto patrón

Resistencia compresiva del concreto estándar					
Diseño	Tiempo	Detalle	Carga	Rotura compresiva kg/cm ²	Promedio Kg/cm ²
210 kg/cm ²	7	Q-1	28045	158.49	158.34
		Q-2	28002	158.67	
		Q-3	27975	158.31	
		Q-4	27890	158.25	
		Q-5	27957	157.99	
	14	Q-6	32592	184.93	184.40
		Q-7	32587	183.91	
		Q-8	32599	184.72	
		Q-9	32554	184.46	
		Q-10	32512	183.98	
	28	Q-11	37308	210.84	211.45
		Q-12	37362	211.14	
		Q-13	37397	211.34	
		Q-14	37347	211.91	
		Q-15	37363	212.00	

Figura 6

Resistencias compresivas del concreto patrón



Se observa detalladamente el comportamiento del concreto patrón en términos de resistencias compresivas a los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 211.45 kg/cm² a los veintiocho días.

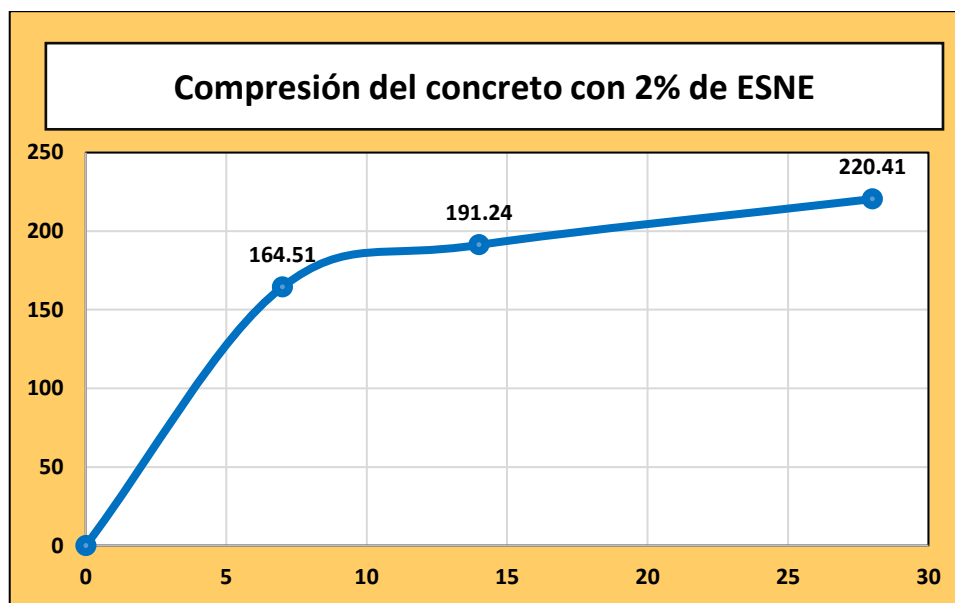
Tabla 14

Resistencias compresivas del concreto con 2% de ESNE

Resistencias compresivas del concreto con 2% de ESNE					
Diseño	Tiempo	Detalle	Carga	Rotura compresiva kg/cm2	Promedio Kg/cm2
210 kg/cm2	7	Q-1	29074	164.31	164.51
		Q-2	29085	164.37	
		Q-3	29068	164.93	
		Q-4	29028	164.70	
		Q-5	29062	164.24	
	14	Q-6	33852	191.31	191.24
		Q-7	33834	191.21	
		Q-8	33826	191.16	
		Q-9	33854	191.32	
		Q-10	33832	191.20	
	28	Q-11	38992	220.36	220.41
		Q-12	38972	221.13	
		Q-13	38935	220.03	
		Q-14	38998	220.39	
		Q-15	38952	220.13	

Figura 7

Resistencias compresivas del concreto con 2% de ESNE



Se observa detalladamente el comportamiento del concreto con una proporción de reemplazo del 2% de cemento por escoria negra en términos de resistencias compresivas a los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 220.41 kg/cm² a los veintiocho días.

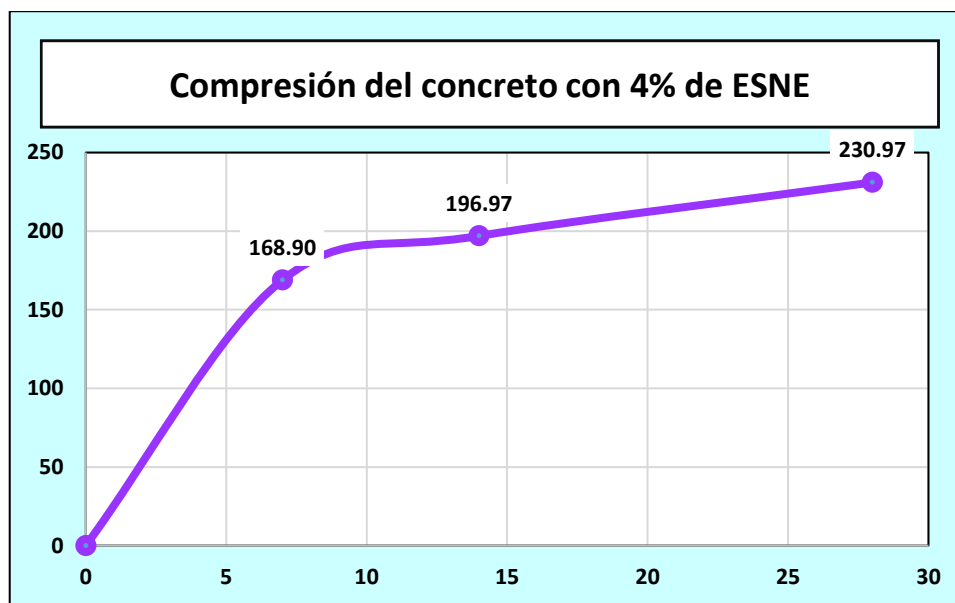
Tabla 15

Resistencias compresivas del concreto con 4% de ESNE

Resistencias compresivas del concreto con 4% de ESNE					
Diseño	Tiempo	Detalle	Carga	Rotura compresiva kg/cm2	Promedio Kg/cm2
210 kg/cm2	7	Q-1	29808	168.45	168.90
		Q-2	29815	168.49	
		Q-3	29848	169.36	
		Q-4	29829	169.25	
		Q-5	29894	168.94	
	14	Q-6	34862	197.02	196.97
		Q-7	34874	197.08	
		Q-8	34856	196.98	
		Q-9	34839	196.89	
		Q-10	34840	196.89	
	28	Q-11	40861	230.92	230.97
		Q-12	40826	231.65	
		Q-13	40846	230.83	
		Q-14	40827	230.73	
		Q-15	40831	230.75	

Figura 8

Resistencias compresivas del concreto con 4% de ESNE



Se observa detalladamente el comportamiento del concreto con una proporción de reemplazo del 4% de cemento por escoria negra en términos de resistencias compresivas a los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 230.97 kg/cm² a los veintiocho días.

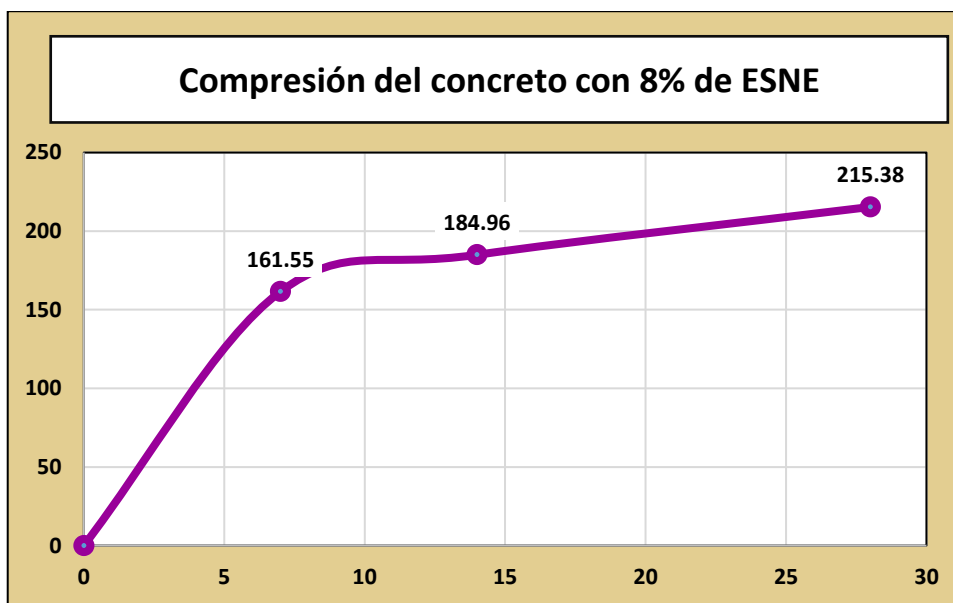
Tabla 16

Resistencias compresivas del concreto con 8% de ESNE

Resistencias compresivas del concreto con 8% de ESNE					
Diseño	Tiempo	Detalle	Carga	Rotura compresiva kg/cm2	Promedio Kg/cm2
210 kg/cm2	7	Q-1	28534	161.69	161.55
		Q-2	28591	161.58	
		Q-3	28533	161.25	
		Q-4	28530	161.45	
		Q-5	28591	161.79	
	14	Q-6	32627	184.63	184.96
		Q-7	32675	184.66	
		Q-8	32660	185.31	
		Q-9	32663	185.08	
		Q-10	32671	185.13	
	28	Q-11	38003	215.05	215.38
		Q-12	38104	215.91	
		Q-13	38052	215.04	
		Q-14	38036	215.82	
		Q-15	38062	215.10	

Figura 9

Resistencias compresivas del concreto con 8% de ESNE



Se observa detalladamente el comportamiento del concreto con una proporción de reemplazo del 8% de cemento por escoria negra en términos de resistencias compresivas a los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 215.38 kg/cm² a los veintiocho días.

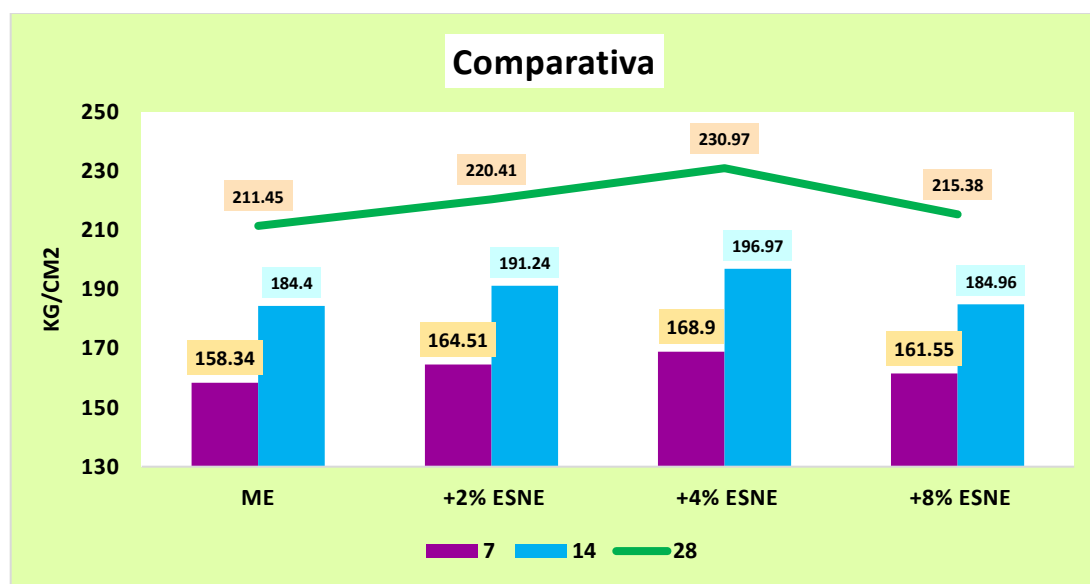
Tabla 17

Comparativa de resistencias compresivas

Comparativa de resistencias a compresión			
Descripción	7	14	28
ME	158.34	184.4	211.45
+2% ESNE	164.51	191.24	220.41
+4% ESNE	168.90	196.97	230.97
+8% ESNE	161.55	184.96	215.38

Figura 10

Comparativa de resistencias compresivas



Se muestran las resistencias compresivas donde el reemplazo del 4% de cemento por escoria negra resulta en una mejora en la resistencia, alcanzando un aumento de 211.45 kg/cm² en la muestra patrón a 230.97 kg/cm² con el 4% de escoria negra.

❖ Resistencias a flexión

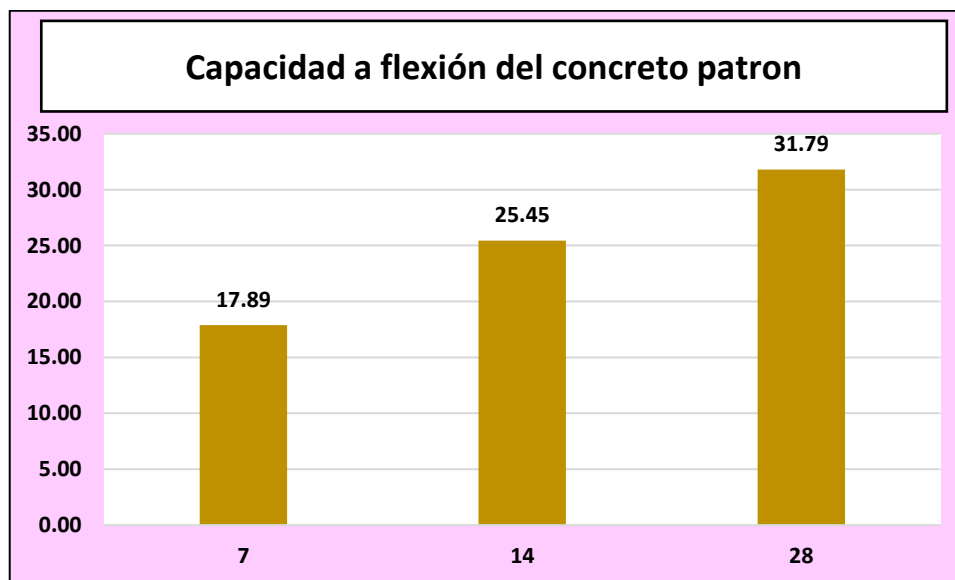
Tabla 18

Capacidad a flexión en el concreto patrón

Capacidad a flexión en el concreto estándar				
Días	Muestra	Lectura del dial	Rotura a flexión kg/cm ²	Promedio Kg/cm ²
7	Q-1	1204.14	17.9	17.89
	Q-2	1200.34	17.85	
	Q-3	1200.20	17.78	
	Q-4	1205.23	17.97	
	Q-5	1208.41	17.96	
14	Q-6	1714.32	25.40	25.45
	Q-7	1710.44	25.42	
	Q-8	1714.37	25.48	
	Q-9	1707.54	25.30	
	Q-10	1718.42	25.63	
28	Q-11	2147.56	31.92	31.79
	Q-12	2139.37	31.69	
	Q-13	2128.48	31.64	
	Q-14	2135.63	31.85	
	Q-15	2143.66	31.86	

Figura 11

Capacidad a flexión en el concreto patrón



Se analiza detalladamente el comportamiento del concreto patrón en términos de su capacidad a flexión en los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 31.79 kg/cm² a los veintiocho días.

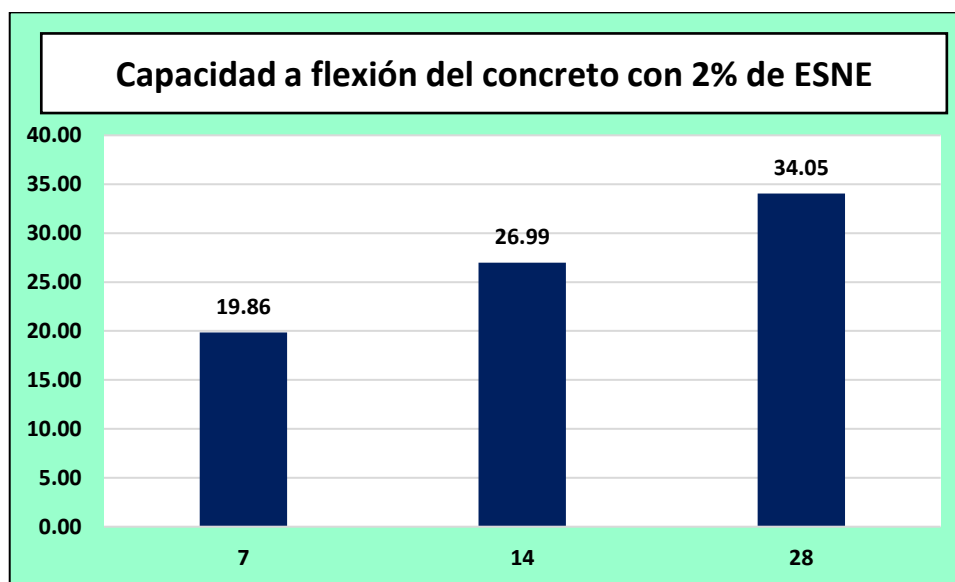
Tabla 19

Capacidad a flexión en el concreto con 2% de ESNE

Capacidad a flexión en el concreto con 2% de ESNE				
Días	Muestra	Lectura del dial	Rotura a flexión kg/cm2	Promedio Kg/cm2
7	Q-1	1335.97	19.86	19.86
	Q-2	1332.78	19.74	
	Q-3	1330.84	19.78	
	Q-4	1339.72	19.98	
	Q-5	1339.56	19.91	
14	Q-6	1819.26	26.95	26.99
	Q-7	1802.62	26.88	
	Q-8	1829.81	27.20	
	Q-9	1820.76	27.15	
	Q-10	1805.84	26.75	
28	Q-11	2295.75	34.12	34.05
	Q-12	2299.92	34.07	
	Q-13	2290.37	33.93	
	Q-14	2297.96	34.04	
	Q-15	2299.84	34.07	

Figura 12

Capacidad a flexión en el concreto con 2% de ESNE



Se analiza detalladamente el comportamiento del concreto con una proporción de reemplazo del 2% de cemento por escoria negra en términos de su capacidad a flexión en los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 34.05 kg/cm² a los veintiocho días.

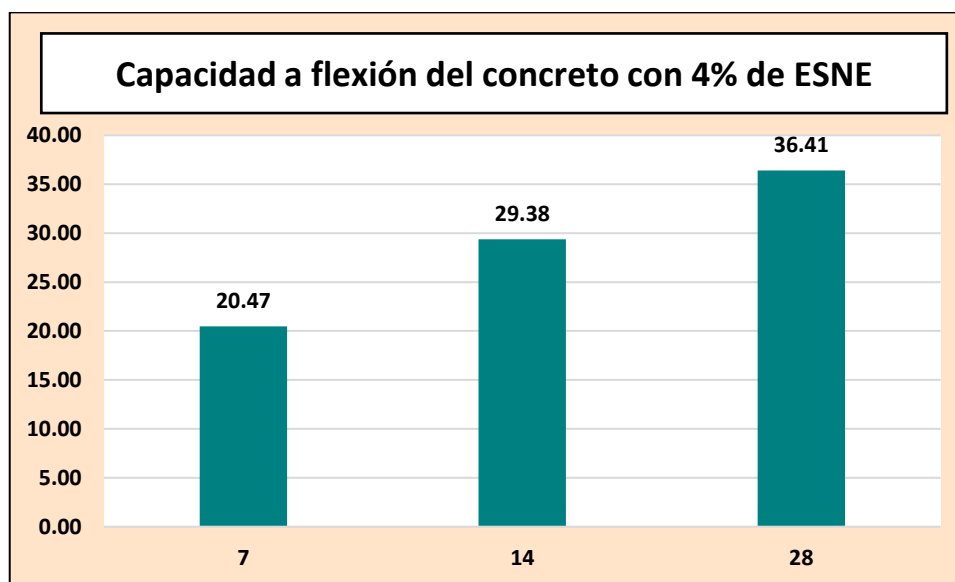
Tabla 20

Capacidad a flexión en el concreto con 4% de ESNE

Capacidad a flexión en el concreto con 4% de ESNE				
Días	Muestra	Lectura del dial	Rotura a flexión kg/cm ²	Promedio Kg/cm ²
7	Q-1	1383.52	20.57	20.47
	Q-2	1387.33	20.55	
	Q-3	1370.24	20.30	
	Q-4	1386.94	20.55	
	Q-5	1372.32	20.40	
14	Q-6	1994.62	29.65	29.38
	Q-7	1968.42	29.16	
	Q-8	1976.67	29.28	
	Q-9	1982.53	29.37	
	Q-10	1985.82	29.42	
28	Q-11	2448.84	36.40	36.41
	Q-12	2449.63	36.29	
	Q-13	2456.42	36.39	
	Q-14	2467.82	36.56	
	Q-15	2458.73	36.43	

Figura 13

Capacidad a flexión en el concreto con 4% de ESNE



Se analiza detalladamente el comportamiento del concreto con una proporción de reemplazo del 4% de cemento por escoria negra en términos de su capacidad a flexión en los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 36.41 kg/cm² a los veintiocho días.

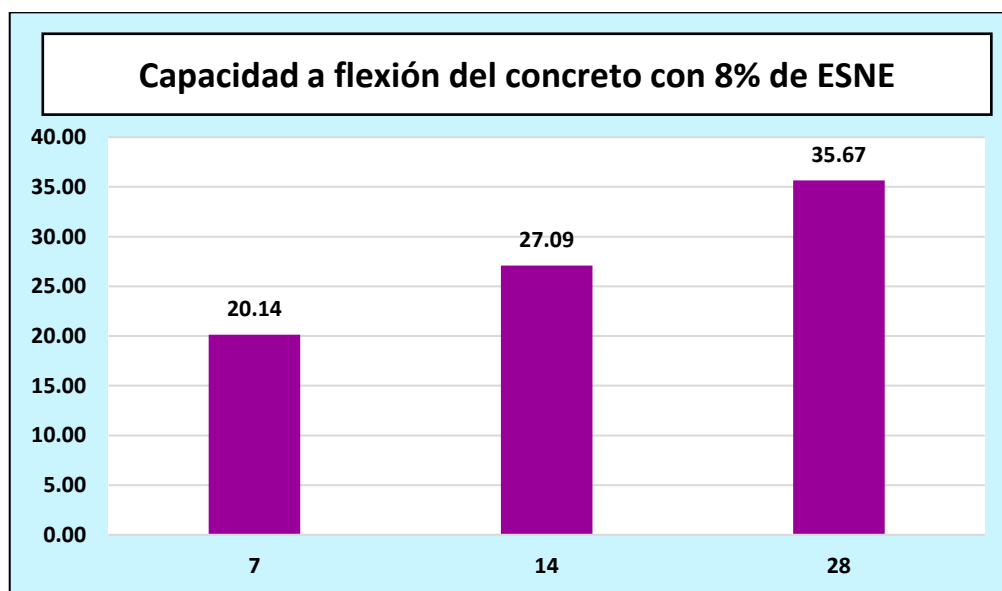
Tabla 21

Capacidad a flexión en el concreto con 8% de ESNE

Capacidad a flexión en el concreto con 8% de ESNE				
Días	Muestra	Lectura del dial	Rotura a flexión kg/cm ²	Promedio Kg/cm ²
7	Q-1	1368.35	20.34	20.14
	Q-2	1348.47	19.98	
	Q-3	1353.63	20.05	
	Q-4	1355.88	20.09	
	Q-5	1362.59	20.25	
14	Q-6	1823.46	27.10	27.09
	Q-7	1831.52	27.13	
	Q-8	1816.68	26.91	
	Q-9	1829.84	27.11	
	Q-10	1833.71	27.17	
28	Q-11	2407.69	35.79	35.67
	Q-12	2404.33	35.62	
	Q-13	2406.47	35.65	
	Q-14	2405.52	35.64	
	Q-15	2405.74	35.64	

Figura 14

Capacidad a flexión en el concreto con 8% de ESNE



Se analiza detalladamente el comportamiento del concreto con una proporción de reemplazo del 8% de cemento por escoria negra en términos de su capacidad a flexión en los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 35.67 kg/cm² a los veintiocho días.

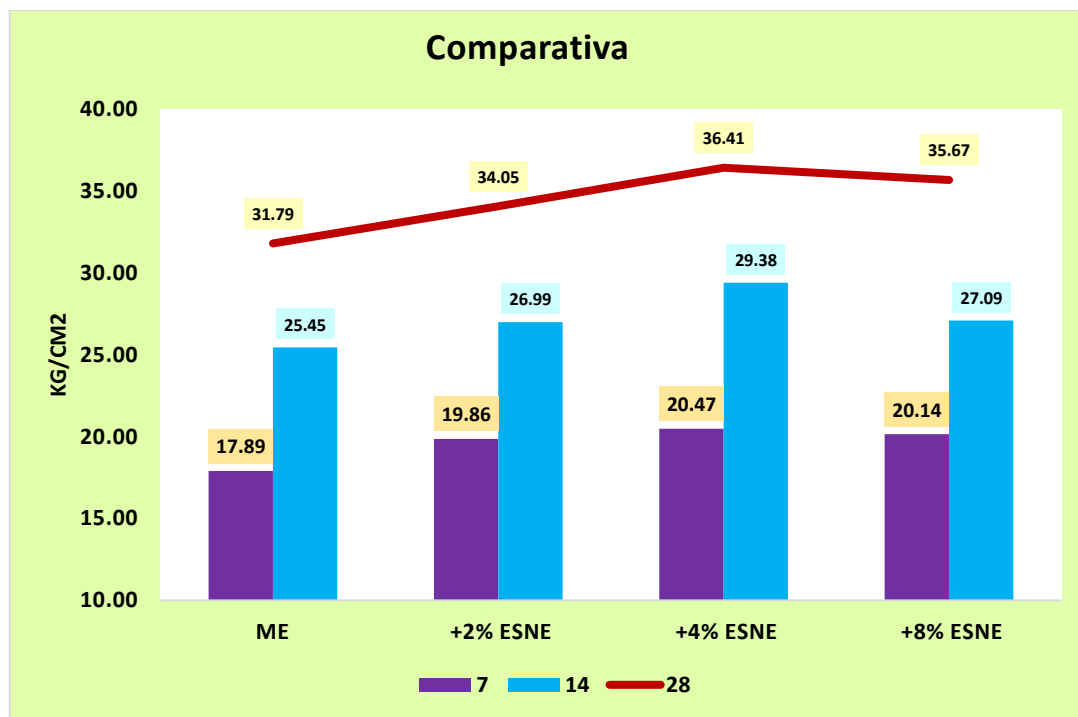
Tabla 22

Comparativa de resistencias a flexión

Comparativa de resistencias a flexión			
Descripción	7	14	28
ME	17.89	25.45	31.79
+2% ESNE	19.86	26.99	34.05
+4% ESNE	20.47	29.38	36.41
+8% ESNE	20.14	27.09	35.67

Figura 15

Comparativa de resistencias a flexión



Se muestran las resistencias a flexión donde el reemplazo del 4% de cemento por escoria negra resulta en una mejora en la resistencia, alcanzando un aumento de 31.79 kg/cm² en la muestra patrón a 36.41 kg/cm² con el 4% de escoria negra.

4.1.2 Influencia de la incorporación de aditivo superplastificante en las propiedades del concreto

❖ Asentamientos

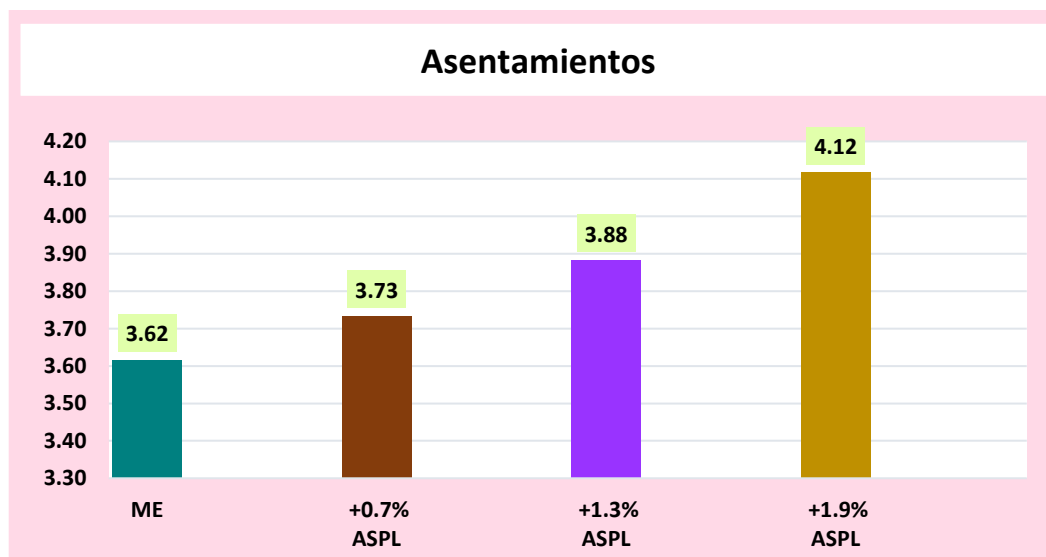
Tabla 23

Asentamientos

Descripción	Muestra	Asentamiento	Promedio
ME	A-1	3.60	3.62
	A-2	3.65	
	A-3	3.60	
+0.7% ASPL	A-1	3.70	3.73
	A-2	3.75	
	A-3	3.75	
+1.3% ASPL	A-1	3.85	3.88
	A-2	3.90	
	A-3	3.90	
+1.9% ASPL	A-1	4.10	4.12
	A-2	4.15	
	A-3	4.10	

Figura 16

Asentamiento



Se observa que el asentamiento del concreto patrón y de los concretos con adición de un aditivo superplastificante aumenta gradualmente a medida que se incrementa la proporción del aditivo en relación con el cemento.

❖ Resistencias a compresión

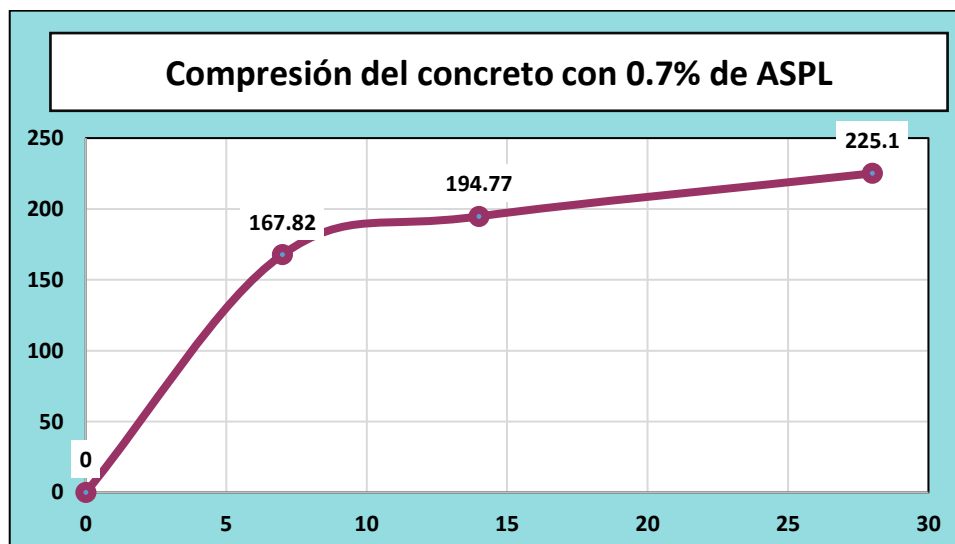
Tabla 24

Resistencias compresivas del concreto con 0.7% de ASPL

Resistencias compresivas del concreto con 0.7% de ASPL					
Diseño	Días	Muestra	Carga	Rotura compresiva kg/cm2	Promedio Kg/cm2
210 kg/cm2	7	Q-1	29646	167.54	167.82
		Q-2	29698	167.83	
		Q-3	29607	167.99	
		Q-4	29674	168.37	
		Q-5	29620	167.39	
	14	Q-6	34421	194.52	194.77
		Q-7	34472	194.81	
		Q-8	34494	194.94	
		Q-9	34460	194.74	
		Q-10	34477	194.84	
	28	Q-11	39835	225.12	225.10
		Q-12	39700	225.26	
		Q-13	39859	225.26	
		Q-14	39829	225.09	
		Q-15	39771	224.76	

Figura 17

Resistencias compresivas del concreto con 0.7% de ASPL



Se observa detalladamente el comportamiento del concreto con 0.7% de aditivo superplastificante en términos de resistencias compresivas a los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 225.10 kg/cm² a los veintiocho días.

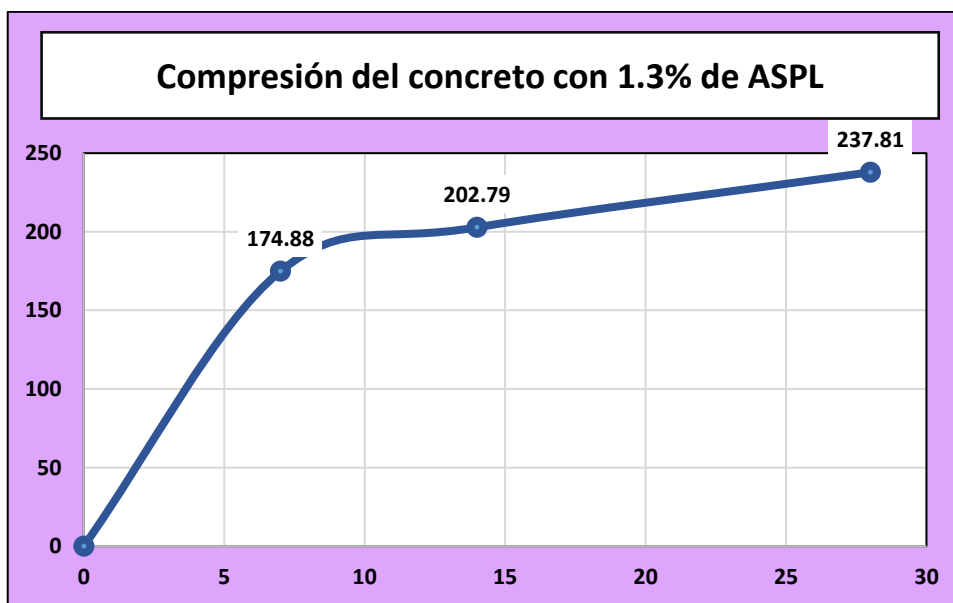
Tabla 25

Resistencias compresivas del concreto con 1.3% de ASPL

Resistencias compresivas del concreto con 1.3% de ASPL					
Diseño	Días	Muestra	Carga	Rotura compresiva kg/cm2	Promedio Kg/cm2
210 kg/cm2	7	Q-1	30936	174.83	174.88
		Q-2	30947	174.89	
		Q-3	30958	174.95	
		Q-4	30949	174.90	
		Q-5	30937	174.83	
	14	Q-6	35887	202.81	202.79
		Q-7	35863	202.67	
		Q-8	35875	202.74	
		Q-9	35816	203.22	
		Q-10	35834	202.51	
	28	Q-11	42079	237.80	237.81
		Q-12	42066	237.73	
		Q-13	42048	237.63	
		Q-14	42037	238.52	
		Q-15	42008	237.40	

Figura 18

Resistencias compresivas del concreto con 1.3% de ASPL



Se observa detalladamente el comportamiento del concreto con 1.3% de aditivo superplastificante en términos de resistencias compresivas a los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 237.81 kg/cm² a los veintiocho días.

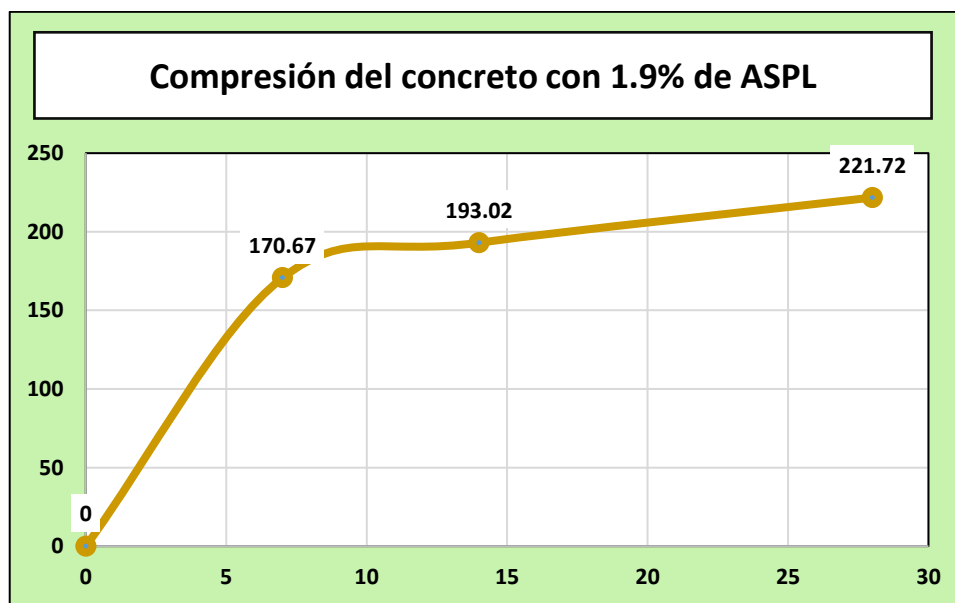
Tabla 26

Resistencias compresivas del concreto con 1.9% de ASPL

Resistencias compresivas del concreto con 1.9% de ASPL					
Diseño	Días	Muestra	Carga	Rotura compresiva kg/cm2	Promedio Kg/cm2
210 kg/cm2	7	Q-1	30135	170.30	170.67
		Q-2	30141	170.56	
		Q-3	30177	170.77	
		Q-4	30159	170.89	
		Q-5	30150	170.84	
	14	Q-6	34063	193.01	193.02
		Q-7	34052	192.44	
		Q-8	34044	193.16	
		Q-9	34050	193.20	
		Q-10	34062	193.27	
	28	Q-11	39182	221.72	221.72
		Q-12	39170	221.36	
		Q-13	39159	221.30	
		Q-14	39273	222.54	
		Q-15	39228	221.69	

Figura 19

Resistencias compresivas del concreto con 1.9% de ASPL



Se observa detalladamente el comportamiento del concreto con 1.9% de aditivo superplastificante en términos de resistencias compresivas a los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 221.72 kg/cm² a los veintiocho días.

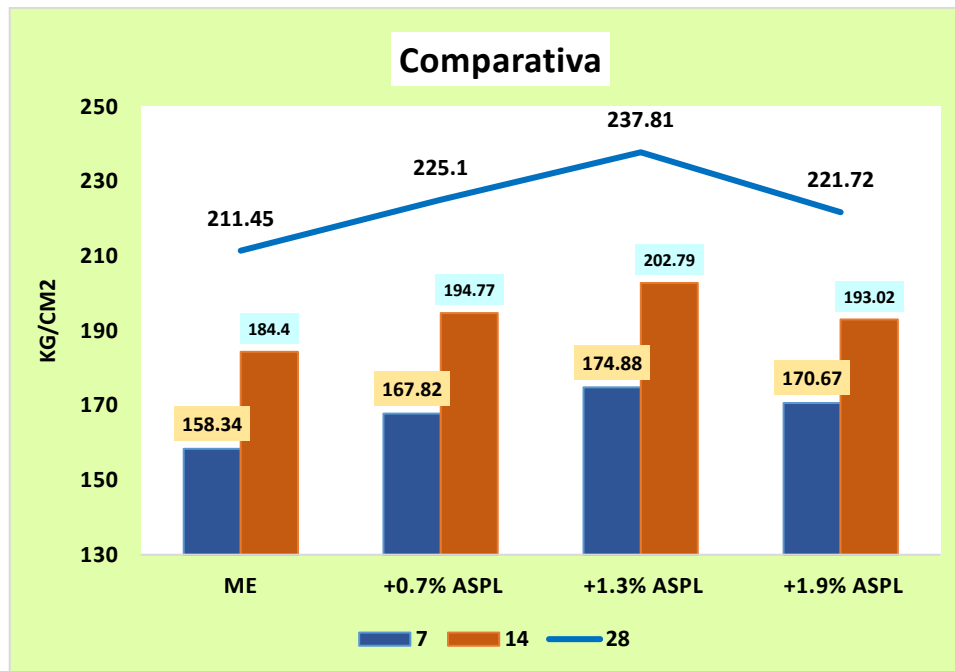
Tabla 27

Comparativa de resistencias compresivas

Comparativa de resistencias a compresión			
Descripción	7	14	28
ME	158.34	184.4	211.45
+0.7% ASPL	167.82	194.77	225.1
+1.3% ASPL	174.88	202.79	237.81
+1.9% ASPL	170.67	193.02	221.72

Figura 20

Comparativa de resistencias compresivas



Se muestran las resistencias compresivas, donde se observan incrementos al adicionar el aditivo superplastificante, alcanzando hasta 237.81 kg/cm² con una adición del 1.3%.

❖ Resistencias a flexión

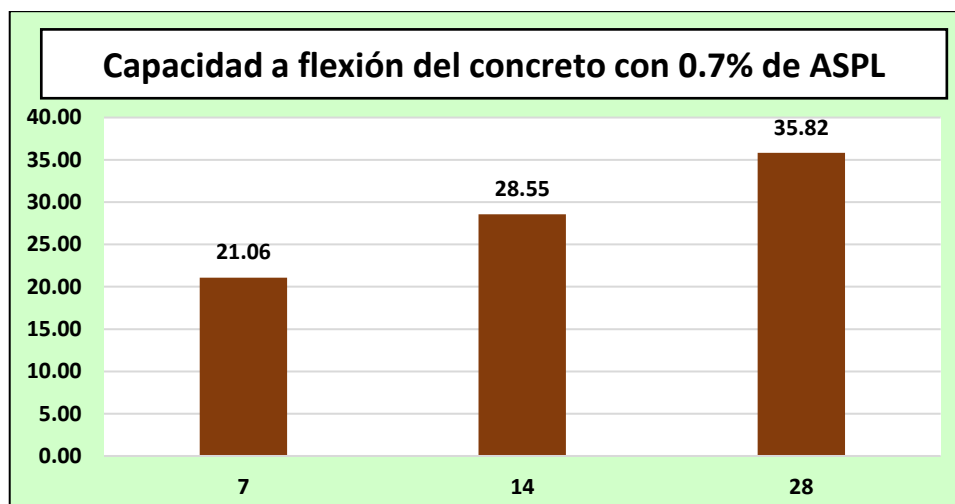
Tabla 28

Capacidad a flexión en el concreto con 0.7% de ASPL

Capacidad a flexión en el concreto con 0.7% de ASPL				
Días	Muestra	Lectura del dial	Rotura a flexión kg/cm ²	Promedio Kg/cm ²
7	Q-1	1424.23	21.17	21.06
	Q-2	1428.44	21.16	
	Q-3	1412.37	20.92	
	Q-4	1410.56	20.90	
	Q-5	1421.62	21.13	
14	Q-6	1946.41	28.93	28.55
	Q-7	1910.32	28.30	
	Q-8	1922.29	28.48	
	Q-9	1921.55	28.47	
	Q-10	1929.64	28.59	
28	Q-11	2410.23	35.83	35.82
	Q-12	2412.47	35.74	
	Q-13	2428.35	35.98	
	Q-14	2420.24	35.86	
	Q-15	2411.50	35.73	

Figura 21

Capacidad a flexión en el concreto con 0.7% de ASPL



Se analiza detalladamente el comportamiento del concreto con un 0.7% de aditivo superplastificante en términos de su capacidad a flexión en los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 35.82 kg/cm² a los veintiocho días.

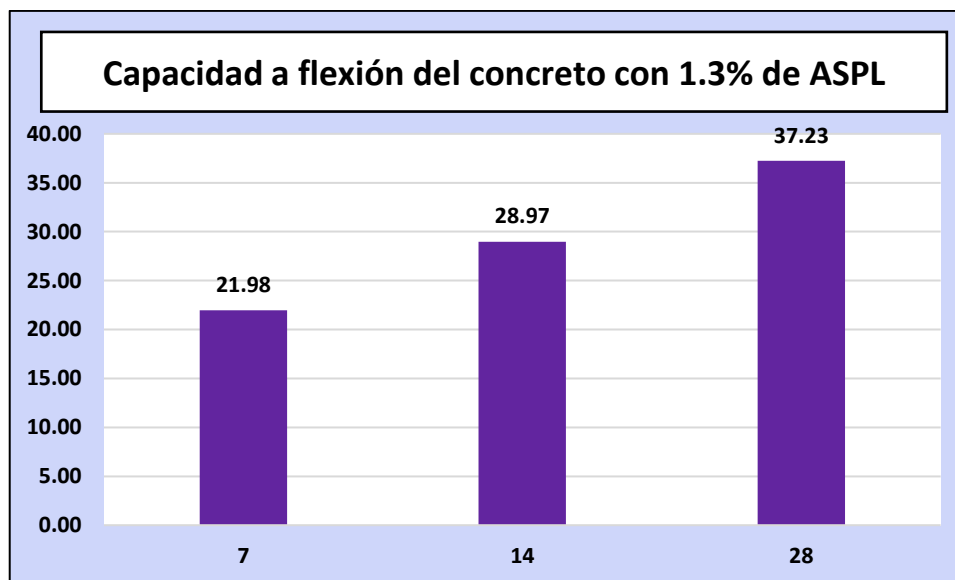
Tabla 29

Capacidad a flexión en el concreto con 1.3% de ASPL

Capacidad a flexión en el concreto con 1.3% de ASPL				
Días	Muestra	Lectura del dial	Rotura a flexión kg/cm2	Promedio Kg/cm2
7	Q-1	1479.62	21.99	21.98
	Q-2	1482.58	21.96	
	Q-3	1470.76	21.79	
	Q-4	1496.92	22.18	
	Q-5	1479.88	22.00	
14	Q-6	1912.26	28.42	28.97
	Q-7	2009.32	29.77	
	Q-8	1910.64	28.31	
	Q-9	1916.56	28.39	
	Q-10	2020.82	29.94	
28	Q-11	2502.27	37.19	37.23
	Q-12	2512.56	37.22	
	Q-13	2517.33	37.29	
	Q-14	2500.42	37.04	
	Q-15	2524.94	37.41	

Figura 22

Capacidad a flexión en el concreto con 1.3% de ASPL



Se analiza detalladamente el comportamiento del concreto con un 1.3% de aditivo superplastificante en términos de su capacidad a flexión en los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 37.23 kg/cm² a los veintiocho días.

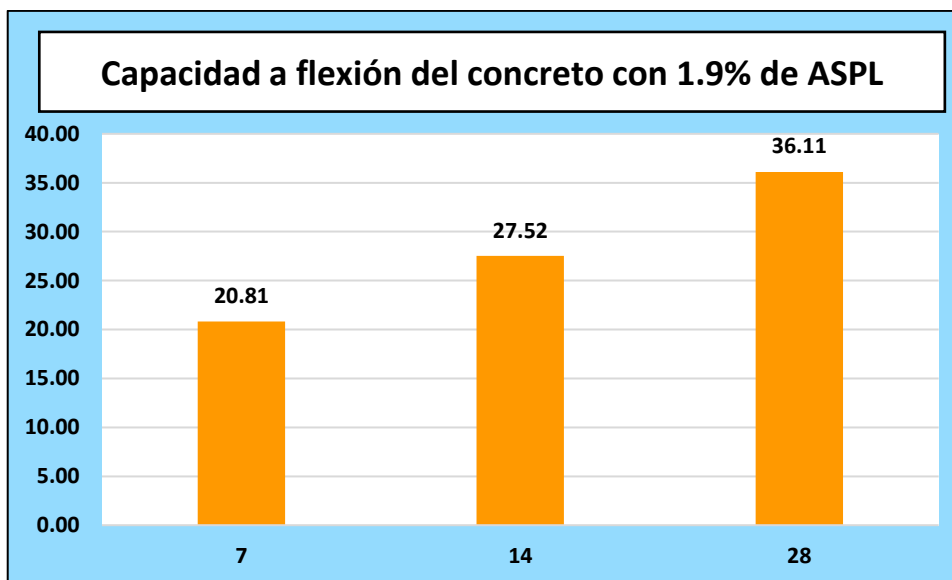
Tabla 30

Capacidad a flexión en el concreto con 1.9% de ASPL

Capacidad a flexión en el concreto con 1.9% de ASPL				
Días	Muestra	Lectura del dial	Rotura a flexión kg/cm2	Promedio Kg/cm2
7	Q-1	1401.32	20.83	20.81
	Q-2	1401.57	20.76	
	Q-3	1403.46	20.79	
	Q-4	1407.29	20.85	
	Q-5	1400.37	20.82	
14	Q-6	1860.12	27.65	27.52
	Q-7	1857.32	27.52	
	Q-8	1859.26	27.54	
	Q-9	1854.14	27.47	
	Q-10	1852.34	27.44	
28	Q-11	2437.32	36.23	36.11
	Q-12	2441.41	36.17	
	Q-13	2439.16	36.14	
	Q-14	2438.58	36.13	
	Q-15	2421.87	35.88	

Figura 23

Capacidad a flexión en el concreto con 1.9% de ASPL



Se analiza detalladamente el comportamiento del concreto con un 1.9% de aditivo superplastificante en términos de su capacidad a flexión en los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 36.11 kg/cm² a los veintiocho días.

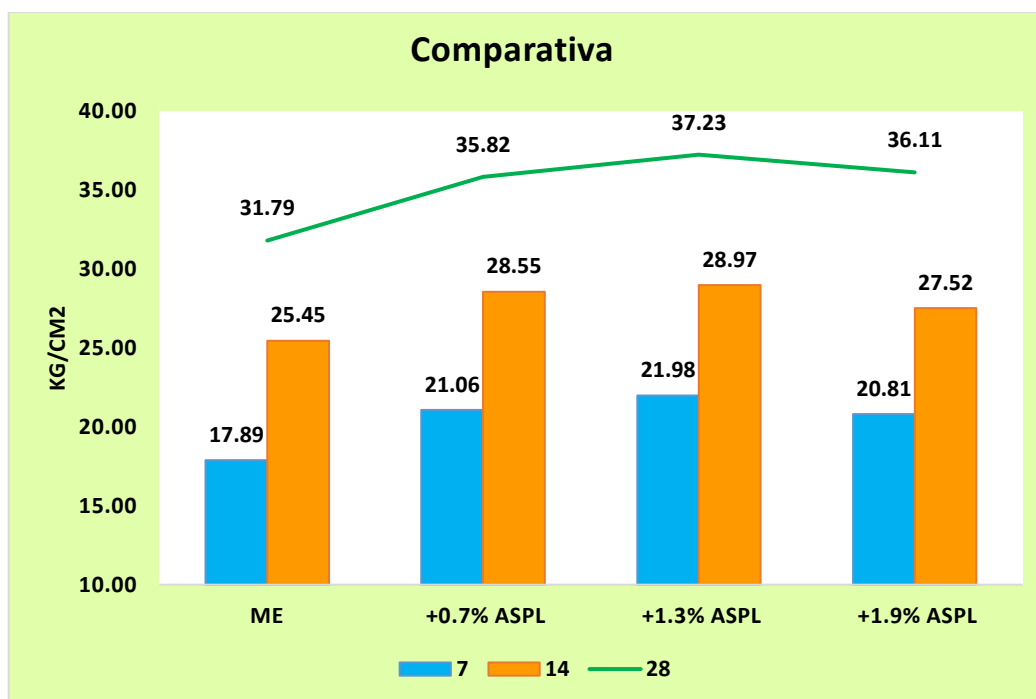
Tabla 31

Comparativa de resistencias a flexión

Comparativa de resistencias a flexión			
Descripción	7	14	28
ME	17.89	25.45	31.79
+0.7% ASPL	21.06	28.55	35.82
+1.3% ASPL	21.98	28.97	37.23
+1.9% ASPL	20.81	27.52	36.11

Figura 24

Comparativa de resistencias a flexión



Se muestran las resistencias a flexión, donde se observan incrementos al adicionar el aditivo superplastificante, alcanzando hasta 37.23 kg/cm² con una adición del 1.3%.

4.1.3 Combinación de los porcentajes óptimos de escoria negra y aditivo superplastificante

❖ Asentamientos

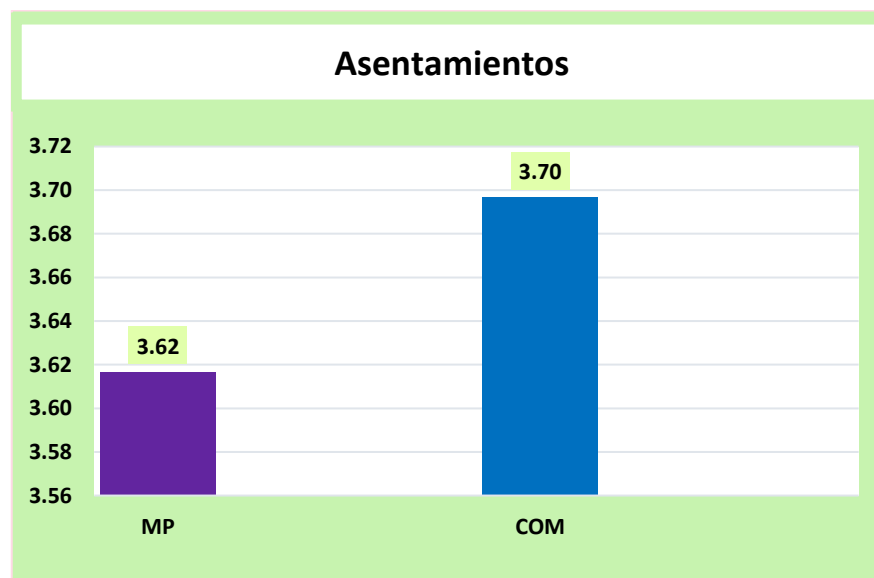
Tabla 32

Asentamientos

Descripción	Muestra	Asentamiento	Promedio
MP	A-1	3.60	3.62
	A-2	3.65	
	A-3	3.60	
COM	A-1	3.74	3.70
	A-2	3.70	
	A-3	3.65	

Figura 25

Asentamiento



Se observa que el asentamiento del concreto patrón y del concreto con la dosificación combinada de 4% de escoria negra y 1.3% de aditivo superplastificante muestra un ligero incremento en el asentamiento.

❖ Resistencias a compresión

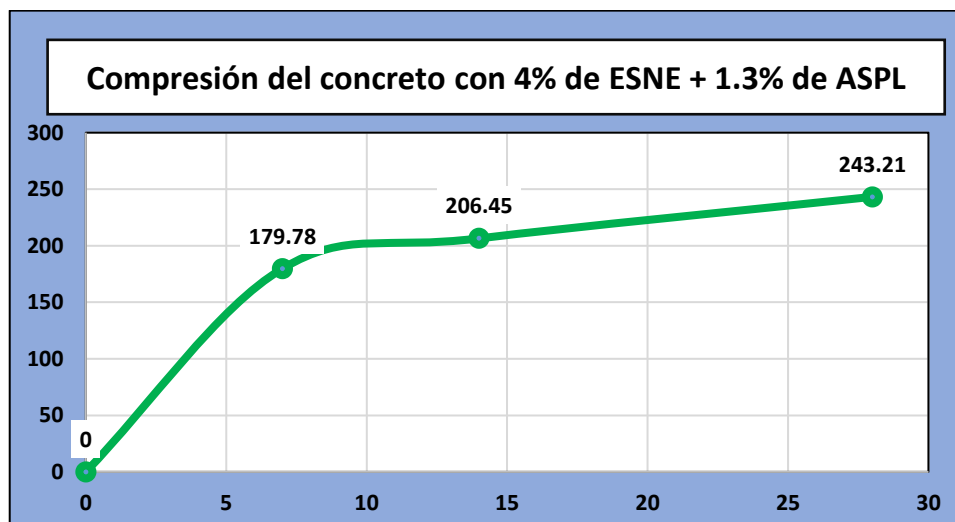
Tabla 33

Resistencias compresivas del concreto con 4% de ESNE + 1.3% de ASPL

Resistencias compresivas del concreto con 4% de ESNE + 1.3% de ASPL					
Diseño	Días	Muestra	Carga	Rotura compresiva kg/cm2	Promedio Kg/cm2
210 kg/cm2	7	Q-1	31754	179.45	179.78
		Q-2	31763	179.98	
		Q-3	31770	179.78	
		Q-4	31762	179.74	
		Q-5	31758	179.95	
	14	Q-6	36463	206.61	206.45
		Q-7	36452	206.00	
		Q-8	36444	206.23	
		Q-9	36450	206.82	
		Q-10	36462	206.61	
	28	Q-11	42962	243.44	243.21
		Q-12	42979	243.21	
		Q-13	42974	242.86	
		Q-14	42964	243.45	
		Q-15	42960	243.10	

Figura 26

Resistencias compresivas del concreto con 4% de ESNE + 1.3% de ASPL



Se observa detalladamente el comportamiento del concreto con 4% de escoria negra más 1.3% de aditivo superplastificante en términos de resistencias compresivas a los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 243.21 kg/cm² a los veintiocho días.

❖ Resistencias a flexión

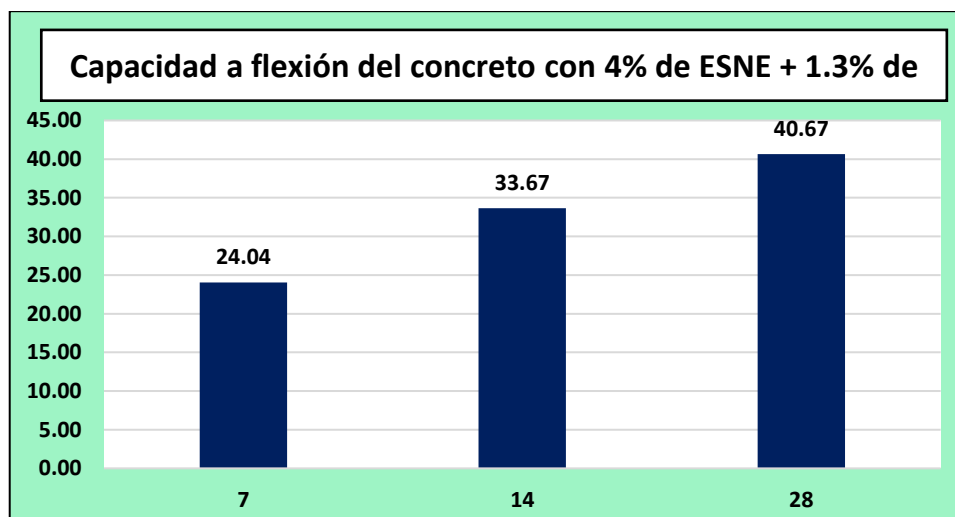
Tabla 34

Capacidad a flexión en el concreto con 4% de ESNE + 1.3% de ASPL

Capacidad a flexión en el concreto con 4% de ESNE + 1.3% de ASPL				
Días	Muestra	Lectura del dial	Rotura a flexión kg/cm ²	Promedio Kg/cm ²
7	Q-1	1629.87	24.23	24.04
	Q-2	1612.39	23.89	
	Q-3	1619.94	24.00	
	Q-4	1621.73	24.03	
	Q-5	1619.99	24.08	
14	Q-6	2282.08	33.92	33.67
	Q-7	2279.11	33.76	
	Q-8	2260.20	33.48	
	Q-9	2256.14	33.42	
	Q-10	2280.07	33.78	
28	Q-11	2742.14	40.76	40.67
	Q-12	2752.34	40.78	
	Q-13	2747.52	40.70	
	Q-14	2740.60	40.60	
	Q-15	2734.73	40.51	

Figura 27

Capacidad a flexión en el concreto con 4% de ESNE + 1.3% de ASPL



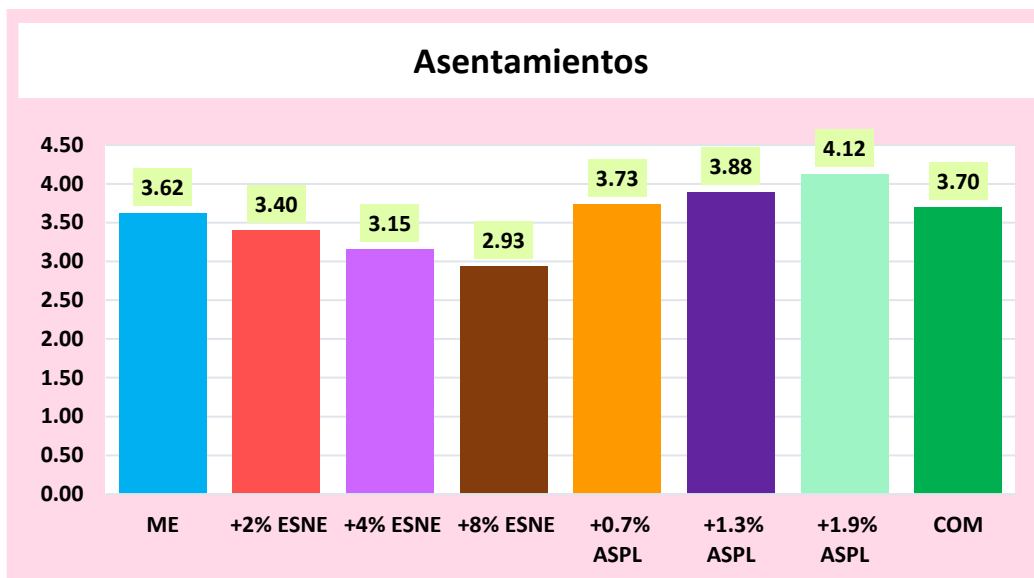
Se observa detalladamente el comportamiento del concreto con 4% de escoria negra más 1.3% de aditivo superplastificante en términos de resistencias a flexión a los intervalos de siete, catorce y veintiocho días, alcanzando una capacidad resistente de 40.67 kg/cm² a los veintiocho días.

Comparación**Tabla 35***Comparación entre los asentamientos*

Descripción	Muestra	Asentamiento	Promedio
ME	A-1	3.60	3.62
	A-2	3.65	
	A-3	3.60	
+2% ESNE	A-1	3.45	3.40
	A-2	3.40	
	A-3	3.35	
+4% ESNE	A-1	3.20	3.15
	A-2	3.15	
	A-3	3.10	
+8% ESNE	A-1	2.90	2.93
	A-2	3.00	
	A-3	2.90	
+0.7% ASPL	A-1	3.70	3.73
	A-2	3.75	
	A-3	3.75	
+1.3% ASPL	A-1	3.85	3.88
	A-2	3.90	
	A-3	3.90	
+1.9% ASPL	A-1	4.10	4.12
	A-2	4.15	
	A-3	4.10	
COM	A-1	3.74	3.70
	A-2	3.70	
	A-3	3.65	

Figura 28

Comparación entre los asentamientos



Se presenta una comparativa de asentamientos donde se observa que, al reemplazar el cemento con escoria negra, el asentamiento tiende a disminuir. Por otro lado, al incorporar el aditivo superplastificante, los asentamientos tienden a incrementarse. Sin embargo, al combinar los porcentajes óptimos de escoria negra y aditivo superplastificante, el asentamiento muestra un ligero incremento en comparación con la muestra patrón.

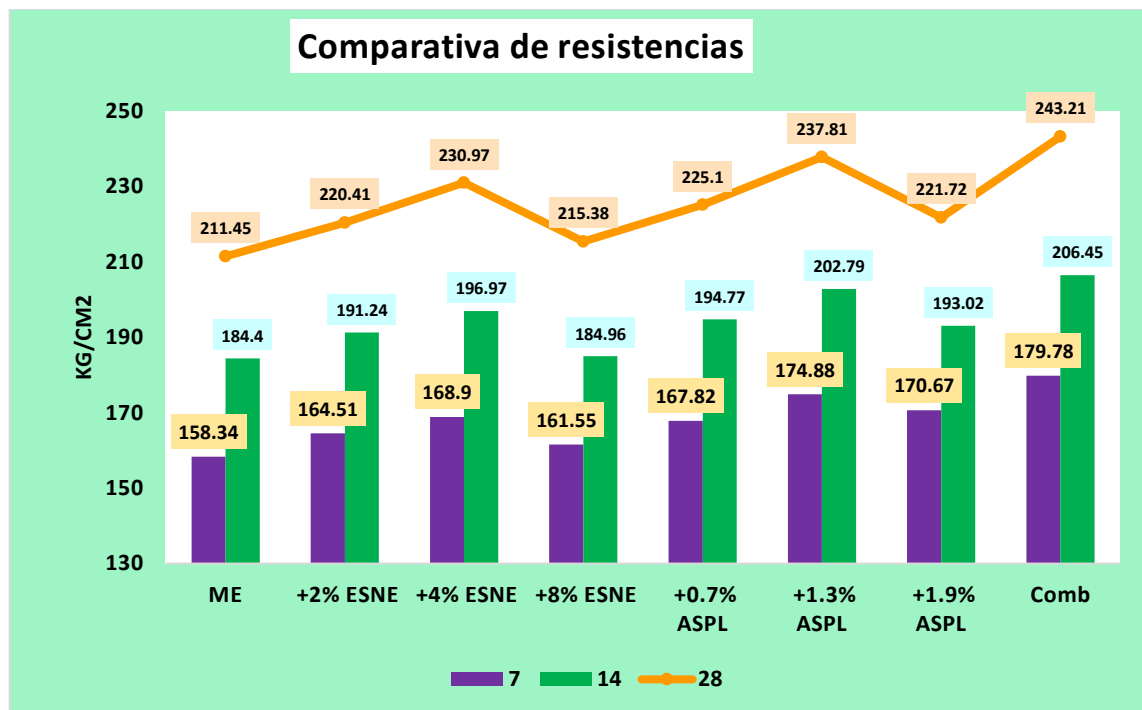
Tabla 36

Comparativas de roturas a compresión

Muestras	Rotura a compresión		
	7	14	28
ME	158.34	184.4	211.45
+2% ESNE	164.51	191.24	220.41
+4% ESNE	168.90	196.97	230.97
+8% ESNE	161.55	184.96	215.38
+0.7% ASPL	167.82	194.77	225.1
+1.3% ASPL	174.88	202.79	237.81
+1.9% ASPL	170.67	193.02	221.72
Comb	179.78	206.45	243.21

Figura 29

Comparativas de roturas a compresión



Se puede observar que la combinación de escoria negra y aditivo superplastificante logra una mayor resistencia en comparación con el concreto patrón.

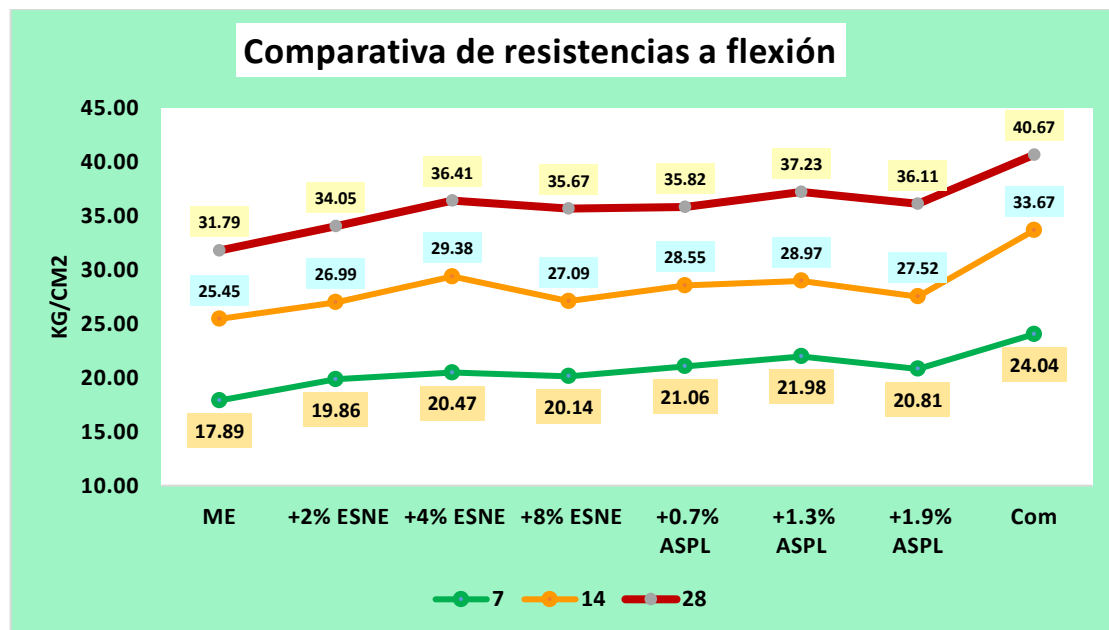
Tabla 37

Comparativas de roturas a flexión

Muestras	Rotura a flexión		
	7	14	28
ME	17.89	25.45	31.79
+2% ESNE	19.86	26.99	34.05
+4% ESNE	20.47	29.38	36.41
+8% ESNE	20.14	27.09	35.67
+0.7% ASPL	21.06	28.55	35.82
+1.3% ASPL	21.98	28.97	37.23
+1.9% ASPL	20.81	27.52	36.11
Comb	24.04	33.67	40.67

Figura 30

Comparativas de roturas a flexión



Se puede observar que la combinación de escoria negra y aditivo superplastificante logra una mayor resistencia en comparación con el concreto patrón.

4.2 Discusión de resultados

En el estudio de (Ulloa & Valverde, 2021), se exploró la utilización de escoria negra como sustituto del árido grueso en el hormigón con el fin de determinar la resistencia a la compresión del material. Según los resultados, el hormigón convencional alcanzó una resistencia media de 185,8 kg/cm² a los siete días de curado, 232,7 kg/cm² a los catorce días y 235,3 kg/cm² a los veintiocho días. De forma similar, se realizaron ensayos con probetas experimentales que incluían una sustitución de escoria de acero por el 10% del árido grueso. A los 7 días, la resistencia a la compresión de estas probetas se midió en 183,3 kg/cm², a los 14 días en 164,3 kg/cm² y a los 28 días en 240,1 kg/cm². Por otro lado, cuando el 15% del árido grueso se sustituyó por escoria de acero, la resistencia del material fue de 110,3 kg/cm² a los 7 días, 166,2 kg/cm² a los 14 días y 189,3 kg/cm² a los 28 días. Dado que la resistencia media alcanzada tras 28 días de curado fue de 240,1



kg/cm², superior a la del hormigón convencional, estos resultados sugieren que el porcentaje óptimo de sustitución es del 10%. El espécimen que tenía un 15% de sustitución, por otra parte, no proporcionó resultados positivos. Obtuvo una resistencia de 189,3 kg/cm², sustancialmente inferior a la del hormigón ordinario, que fue de 235,3 kg/cm².

En el estudio de (Aguilar & Blanco, 2022), realizaron una investigación en la que investigaron el uso de la escoria negra como sustituto parcial del cemento en las mezclas de hormigón. El propósito de esta investigación fue identificar las cualidades del material. Aunque sólo hay una pérdida del 7,1% en la resistencia a la compresión, hay una disminución del 7% en la resistencia a la flexión. Además, la huella de carbono del hormigón disminuye un 10,6%, y el coste de las piezas horizontales disminuye un 12,3% en el caso de las losas y un 11,7% en el de las vigas. Ambas reducciones son significativas. Por otro lado, la mezcla que contiene un 25% de escoria en lugar de cemento presenta las mayores reducciones en precio y huella de carbono, pero también presenta considerables descensos en sus cualidades mecánicas y su capacidad para ser trabajada. La resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del material disminuyen un 18,1% y un 17%, respectivamente, en comparación con la mezcla habitual. Además, la trabajabilidad del material pierde una pulgada. A los 28 días, la resistencia de la mezcla que contiene un 10% de escoria es mayor que la de la mezcla normal. Las mezclas que incluyen porcentajes mayores de escoria muestran descensos en la resistencia, con un 15% y un 20% de escoria mostrando reducciones modestas (2,1% y 7,1%, respectivamente), y un 25% de escoria mostrando un descenso más sustancial (18,1%). En cuanto a la resistencia a la flexión, las mezclas que contienen un 10% y un 15% de escoria muestran muy pocos cambios en comparación con la mezcla normal. Más concretamente, la primera presenta un aumento del 3%, mientras que la segunda presenta un descenso del 3%. Sin embargo, las mezclas



que contienen un 20% y un 25% de escoria muestran reducciones más drásticas, con descensos del 7% y el 17%, respectivamente, que son más pronunciados.

En el estudio de (Sucapuca, 2021), el objetivo fue examinar las características mecánicas del hormigón mediante la inclusión de un aditivo superplastificante en la mezcla. En términos de resistencia a la compresión, los resultados demostraron que el hormigón con una dosis de 0,75 por ciento de aditivo desarrolló rápidamente una dureza sustancial después de siete días de edad. Esta dureza superó el diseño previsto de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ alcanzando $f'c = 247,02 \text{ kgf/cm}^2$. El hormigón alcanzó una resistencia de $f'c = 227,31 \text{ kgf/cm}^2$ cuando se expuso a una dosis del 1,20 por ciento, sin embargo, cuando se expuso a una dosis del 1,80 por ciento, alcanzó $f'c = 195,86 \text{ kgf/cm}^2$. A los catorce días, el rápido aumento de la resistencia se ralentizó, con valores de $f'c = 300,36 \text{ kgf/cm}^2$ para la dosis del 0,75%, $f'c = 272,65 \text{ kgf/cm}^2$ para la dosis del 1,20%, y $f'c = 253,08 \text{ kgf/cm}^2$ para la dosis del 1,80%. En las dosis más bajas, se observó una ganancia sustancial de fuerza tras 28 días de tratamiento desde el inicio. La fuerza alcanzó $f'c = 343,99 \text{ kgf/cm}^2$ cuando la dosis fue del 0,75%; alcanzó $f'c = 326,67 \text{ kgf/cm}^2$ cuando la dosis fue del 1,20%; y alcanzó $f'c = 356,81 \text{ kgf/cm}^2$ cuando la dosis fue del 1,80%. Si comparamos la lectura actual con la anterior, podemos ver que el hormigón con una dosis del 1,80% experimentó un aumento sustancial del cuarenta por ciento. Esto indica que las dosis mayores no alcanzan una enorme resistencia de inmediato, pero sí la desarrollan con el tiempo. Por otro lado, cuando se utilizan dosis menores, la resistencia crece rápidamente al principio, pero el aumento se ralentiza con el tiempo, a pesar de que sigue siendo mejor que el hormigón normal. A los 28 días de edad, el hormigón con una dosificación del 0,75 por ciento alcanzó los $29,91 \text{ kgf/cm}^2$, el hormigón con una dosificación del 1,20 por ciento alcanzó los $30,25 \text{ kgf/cm}^2$, y el hormigón con una dosificación del 1,80 por ciento alcanzó los $31,68 \text{ kgf/cm}^2$, que fue la resistencia más alta que se produjo. En conclusión, la incorporación de aditivo superplastificante en el hormigón produce una mejora de las



características mecánicas del material, incluyendo un aumento de la resistencia a la compresión así como de la resistencia a la flexión, independientemente de la dosificación aplicada.

En esta investigación, se utilizó escoria como reemplazo parcial del cemento en proporciones de 2%, 4% y 8%. Se observó que, a medida que aumentaba la cantidad de escoria, el asentamiento (slump) disminuía, mientras que la resistencia mostró un incremento significativo con la incorporación del 4%. De manera similar, se evidenció una mejora en la resistencia a la compresión con la adición de este porcentaje. Por otro lado, al incorporar un aditivo superplastificante en proporciones de 0.7%, 1.3% y 1.9%, el asentamiento del concreto aumentó. En cuanto a la resistencia a la compresión, se registró una mejora notable con la adición del 1.3% del aditivo.



CONCLUSIONES

C1- El reemplazo del cemento por escoria negra generó una disminución en el asentamiento del concreto. El concreto de referencia presentó un slump de 3.62 pulgadas, mientras que al sustituir el 8% del cemento por escoria negra, el asentamiento se redujo a 2.93 pulgadas. En cuanto a la resistencia a compresión, la muestra de referencia alcanzó un valor de 211.45 kg/cm²; no obstante, con un reemplazo del 4%, se obtuvo el mayor resultado, alcanzando los 230.97 kg/cm². Asimismo, la resistencia a flexión con esta misma proporción fue de 36.41 kg/cm².

C2- La incorporación del aditivo superplastificante mejoró las propiedades del concreto, especialmente en términos de asentamiento, que aumentó de 3.62 pulgadas en el concreto de referencia a 4.12 pulgadas con la adición del 1.9% de superplastificante. En cuanto a la resistencia a compresión, se observó una mejora notable con la incorporación del 1.3% del aditivo, alcanzando una capacidad resistente de 237.81 kg/cm². Por otro lado, con este mismo porcentaje, la resistencia a flexión fue de 37.23 kg/cm².

C.3- La combinación de los porcentajes óptimos, que fueron un 4% de escoria negra y un 1.3% de aditivo superplastificante, resultó en un asentamiento de 3.70 pulgadas. En estas condiciones, la resistencia a compresión alcanzó los 243.21 kg/cm², mientras que la resistencia a flexión fue de 40.67 kg/cm².



RECOMENDACIONES

R1- Se recomienda prestar especial atención durante la preparación de los testigos, asegurando que no se omita ningún detalle en el proceso de mezcla de los materiales y en el curado de las muestras. Estos cuidados son esenciales, ya que influyen directamente en la calidad del concreto, permitiendo que alcance las condiciones óptimas necesarias para lograr los niveles más elevados de resistencia a la compresión.

R2- Se recomienda reemplazar un 4% del cemento con escoria negra, ya que se observó una mejora en las propiedades de resistencia a la compresión y a la flexión. Así mismo se recomienda el uso de un 1.3% de aditivo superplastificante, ya que se observaron mejoras en las propiedades del concreto.

R3- Se recomienda experimentar con diferentes porcentajes de combinación de escoria negra y aditivo superplastificante, a fin de explorar un rango más amplio de proporciones que puedan optimizar las propiedades del concreto y mejorar su desempeño en diversas condiciones.



BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Lizarraga, J. T. (2024). Resistencia mecánica del concreto con adición de escoria de cobre en el distrito de Huancayo – Region Junin, año 2021. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/7254>
- Aguilar Rodríguez, R. F., & Blanco Casavilca, D. A. (2022). Diseño de concreto con sustitución parcial del cemento por escoria de acero en elementos estructurales horizontales de viviendas unifamiliares para reducir la huella de carbono ocasionada por la industria cementera en la ciudad de Lima.
- Alva Dominguez, F. F. (2021). *Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución del agregado grueso por escoria de acería de horno de arco eléctrico*.
- Alvarez Sifuentes, P. J., & Lozano Palma, M. (2021). Diseño de concreto utilizando escoria de acero a partir de la sustitución del agregado fino y su impacto en la resistencia a compresión y resistencia a flexión, Lima – 2020. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
- Baltazar Peña, E. B., & Pingo Cordova, M. (2022). Concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ incorporando aditivo superplastificante tipo "G" para mejorar la resistencia a la compresión y la trabajabilidad, Tarapoto-2022. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104880>
- Briceño Marchena, J. G., & De La Cruz Regalado, M. E. (2022). Resistencia a la compresión de concreto $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el agregado fino por escoria siderúrgica, Chimbote—2022. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/106929>
- Cajusol Heredia, J. R. (2023). Evaluación mecánica del concreto incorporando escoria de acero.



- Delgado Carlos, J. A. (2023). Estudio de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando escorias de acero y hebras de cobre, Lima, 2023. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/138244>
- García Chumacero, W. R. (2022). Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto ligero incorporando polvo de escoria de aluminio, Lambayeque – 2020. *Repositorio Institucional - USS*.
- Jami Jami, E. G., & Narvaez Gaona, S. P. (2021). *Efecto de la escoria negra como sustitución en peso al cemento convencional en porcentajes de 2,5%, 5%, 7,5%, 10% y análisis en el comportamiento de la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad del hormigón*. [bachelorThesis, Quito, 2021].
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22001>
- Mamani, M. (2023). *Diseño de concreto $f'c = 210$ kg/cm² incorporando escoria negra de horno eléctrico sustituyendo el agregado grueso, Ica, 202*.
<https://repositorio.upsjb.edu.pe/item/f5e9526d-a275-43fe-9b5f-7cf21db7965e>
- Mego Segovia, C. G. (2023). *Evaluación de la influencia del aditivo superplastificante SIKACEM en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², Lima— 2021*.
- Mollo Escalante, B. A. (2019). *Influencia del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de resistencia $F'c=210$ KG/CM²*.
- Muñoz, Y. A. B. (2022). Evaluación de algunas propiedades físico-mecánicas en muestras cilíndricas de concreto estructural con sustitución de 5%, 10% y 15% de cemento por escoria de siderurgia. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://doi.org/10.26507/paper.2356>
- Neciosup Alegria, J. L. (2022). Efecto de escoria de hierro en la durabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 280 kg/cm². *Repositorio Institucional - UCV*.
- Peñaloza Chambilla, A. N. (2024). Influencia por incorporación de escoria de cobre en propiedades físico-mecánicas del concreto 210 kg/cm², 2024. *Repositorio*



Quispe Chupa, K. E., & Soncco Ramos, Y. W. (2024). Adición de superplastificante en las propiedades reológicas y resistencia a la compresión del concreto en Puno 2023.

Repositorio Institucional - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/136267>

Ramírez Barturen, G. M. (2021). Adición de escorias de acero para aumentar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, Moyobamba – 2021.

Repositorio Institucional - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88344>

Sánchez, H. M. (2021). Estado del Arte sobre las Escorias Negras de Horno de Arco Eléctrico y su Aplicaciones en Pavimentos. *L'esprit Ingénieur*, 7(1), Article 1.

<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieur/article/view/1367>

Suárez Hincapie, L. C. (2019). *Evaluación de escorias siderúrgicas de horno de arco eléctrico en mezclas de concreto estructural*. <http://hdl.handle.net/1992/35091>

Tello Barbagelata, K. D., & Vilca Chumpisuca, M. A. (2021). Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020. *Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77207>

Ulloa Padilla, B. J., & Valverde Lopez, L. P. (2021). Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo el agregado grueso en 10% y 15% de escoria siderúrgica, Chimbote – 2021. *Repositorio Institucional - UCV.*

Velandia Comesaqira, M. F., & Amaya Clavijo, J. A. (2024). *Evaluación de la Adición de Escoria de Alto Horno en una Mezcla de Concreto de Peso Normal*.

<http://hdl.handle.net/11349/39733>

Villafuerte Carhuancho, K. I. (2023). Influencia de cenizas de carton reciclado y escoria siderurgica en las propiedades fisicas y mecanicas del concreto hidraulico, Huancayo 2022. *Universidad Peruana Los Andes*.

<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/5688>



ANEXOS



Anexo. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la influencia de la escoria negra y aditivo superplastificante en las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar la influencia de la escoria negra y aditivo superplastificante en las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La incorporación de escoria negra y aditivo superplastificante mejora significativamente las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Escoria negra, aditivo superplastificante</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo del cemento por escoria negra en porcentajes de 2%, 4% y 8% • Adición del 0.7%, 1.3% y 1.9% de aditivo superplastificante 	<p>Fichas y formatos de campo</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
<p>¿Cuál es la influencia del reemplazo del cemento por escoria negra en porcentajes del 2%, 4% y 8% sobre las propiedades del concreto convencional?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la incorporación de aditivo superplastificante en dosificaciones del 0.7%, 1.3% y 1.9% en las propiedades del concreto convencional?</p> <p>¿Cuál es la influencia de combinar los porcentajes óptimos de escoria negra y aditivo superplastificante en las propiedades del concreto convencional?</p>	<p>Determinar la influencia del reemplazo del cemento por escoria negra en porcentajes del 2%, 4% y 8% sobre las propiedades del concreto convencional.</p> <p>Determinar la influencia de la incorporación de aditivo superplastificante en dosificaciones del 0.7%, 1.3% y 1.9% en las propiedades del concreto convencional.</p> <p>Determinar la influencia de combinar los porcentajes óptimos de escoria negra y aditivo superplastificante en las propiedades del concreto convencional.</p>	<p>La sustitución del cemento por escoria negra en porcentajes del 2%, 4% y 8% mejorara las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román.</p> <p>La adición de aditivo superplastificante en dosificaciones del 0.7%, 1.3% y 1.9% aumentara la trabajabilidad, mejorando así las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román.</p> <p>La combinación óptima de escoria negra y aditivo superplastificante resultara en una mejora significativa en las propiedades del concreto convencional en la provincia de San Román.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades del Concreto Convencional</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Consistencia •Resistencia a la Compresión •Resistencia a la Flexión 	<p>Equipos y herramientas de campo y laboratorio</p>



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 : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
CANTERA : CANTERA UNOCOLLA
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	PESO ESPECÍFICO A -Peso de muestra secada al horno = 478.56 B -Peso de muestra saturada seca (SSS) = 495.28 Wc -Peso del picnómetro con agua = 1321.45 W -Peso del Pic. + muestra + agua = 1658.20 $Wc+B = 1817$ $Wc+B-W = 159$ $Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 3.12$ gr/cm ³ ABSORCIÓN B = 495.28 B-A = 16.72 Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.49$ %
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 8	22.14	4.43	4.43	95.57	
N° 16	84.27	16.85	21.28	78.72	
N° 30	112.15	22.43	43.71	56.29	
N° 50	112.21	22.44	66.15	33.85	
N° 100	109.33	21.87	88.02	11.98	
N° 200	52.23	10.45	98.47	1.53	
FONDO	7.67	1.53	100.00	0.00	
SUMA	500.00	100.00			
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					
Mf = MÓDULO DE FINEZA 2.24					

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro
2"	0	0.00	0.00	100.00	PESO ESPECÍFICO A -Peso de muestra secada al horno = 776.44 B -Peso de muestra saturada seca (SSS) = 794.32 Wc -Peso del picnómetro con agua = 1332.62 W -Peso del Pic. + muestra + agua = 1734.21 $Wc+B = 2127$ $Wc+B-W = 393$ $Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 2.02$ gr/cm ³ ABSORCIÓN B = 794.32 B-A = 17.88 Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.30$ %
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	299.07	8.54	8.54	91.46	
1/2"	695.63	19.88	28.42	71.58	
3/8"	866.24	24.75	53.17	46.83	
1/4"	967.52	27.64	80.81	19.19	
N° 4	671.54	19.19	72.36	27.64	
FONDO	0.00	0.00	72.36	27.64	
SUMA	3500.00	70.00			
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					

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



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

Alma Arredondo Yana Torres



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 : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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	374.52
P.T.M. SECA	362.77
P.TARRO	39.21
P AGUA	11.75
P.S.SECA	323.56
% HUMEDAD	3.63

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	572.45
P.T.M. SECA	562.35
P.TARRO	39.87
P AGUA	10.10
P.S.SECA	522.48
% HUMEDAD	1.93

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9078	5938	2030	1547
9083	5938	2030	1550
9095	5938	2030	1556
			1551

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12321	7949	3044	1436
12352	7949	3044	1447
12395	7949	3044	1461
			1448

VARILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9441	5938	2030	1726
9428	5938	2030	1720
9437	5938	2030	1724
			1723

VARILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12785	7949	3044	1589
12754	7949	3044	1579
12770	7949	3044	1584
			1584

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Mgty. Arnaldo Yana Torres
LABORATORIO M.S.C.A. (E) (I) (A) (J) (L) (M) (N) (O) (P) (Q) (R) (S) (T) (U) (V) (W) (X) (Y) (Z)

BIE : B006 - 00304496



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 : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER -AUSON BRIANA PONCE TICONA
CANTERA : CANTERA UNOCOLLA
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	2.02	3.12
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1584	1723
P.U. Suelto	1448	1551
% de Absorción	2.30	3.49
% de Humedad Natural	1.93	3.63
Modulo de Fineza	-	2.24

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 prevé 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 items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 366 \text{ Kg/m}^3$$

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. DE MEZCLAS
MULIACRA
Mgtry Arnaldo Yana Torres



- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.24 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1584 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.676 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.676) \cdot (1584) = 1071 \text{ Kg/m}^3$$

- 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:

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (366) / (2.85 \cdot 1000) = 0.128 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (1071) / (2.02 \cdot 1000) = 0.529 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub total} &= 0.883 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.883) = 0.117 \text{ m}^3$$

$$(0.117) \cdot (3.12) \cdot 1000 = 366 \text{ Kg/m}^3$$

- 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:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (1071) \cdot (1.0193309) = 1091 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (366) \cdot (1.0363) = 380 \text{ Kg.}$$

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

$$205 - 1071 \cdot \left(\frac{1.93 - 2.30}{100} \right) - 366 \left(\frac{3.63 - 3.49}{100} \right) = 208$$

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 HUMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	208	0.57
Agreg. Grueso	1071	2.92	1091	2.98
Agreg. Fino	366	1.00	380	1.04
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	44.06 Kg.
Agregado grueso húmedo	126.70 Kg.
Agua efectiva	24.20 Kg.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FICP - CIP. INGENIERÍA CIVIL

Miguel Arnaldo Yara Turiza



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento: Redondeo

- 1.00 p3 de Arena
- 3.09 p3 de Piedra Chancada
- 24 Lt de Agua
- 1.0 p3 de Arena
- 3.1 p3 de Piedra Chancada
- 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 NACIONAL Vicerrectorado de Investigación
 FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 M.S.C. INGENIERIA CIVIL



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

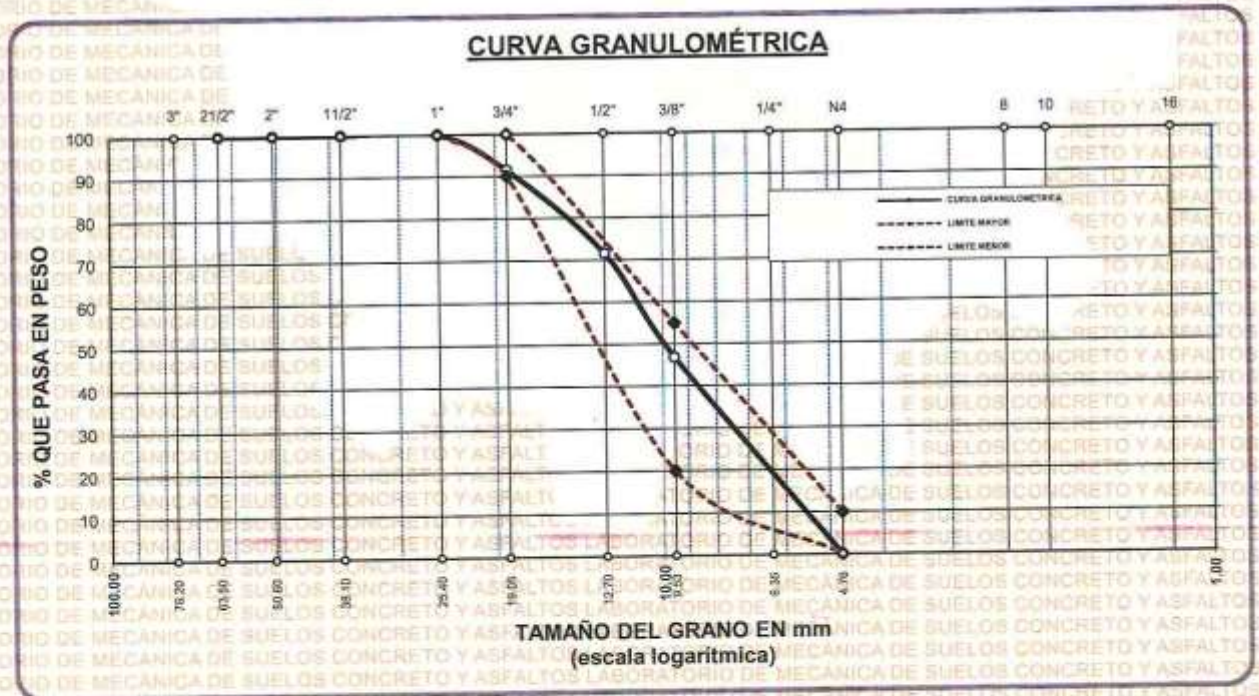


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
CANTERA : CANTERA UNÓCOLLA
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				100.00	100 %	Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4"
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	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	OBSERVACIONES:
3/4"	19.050	299.07	8.54	8.54	91.46		
1/2"	12.700	695.63	19.88	28.42	71.58	20 - 55 %	
3/8"	9.525	866.24	24.75	53.17	46.83		
1/4"	6.350	967.52	27.64	80.81	19.19	0 - 10 %	
N#4	4.760	671.54	19.19	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Mtr. Arnaldo Yana Torres



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

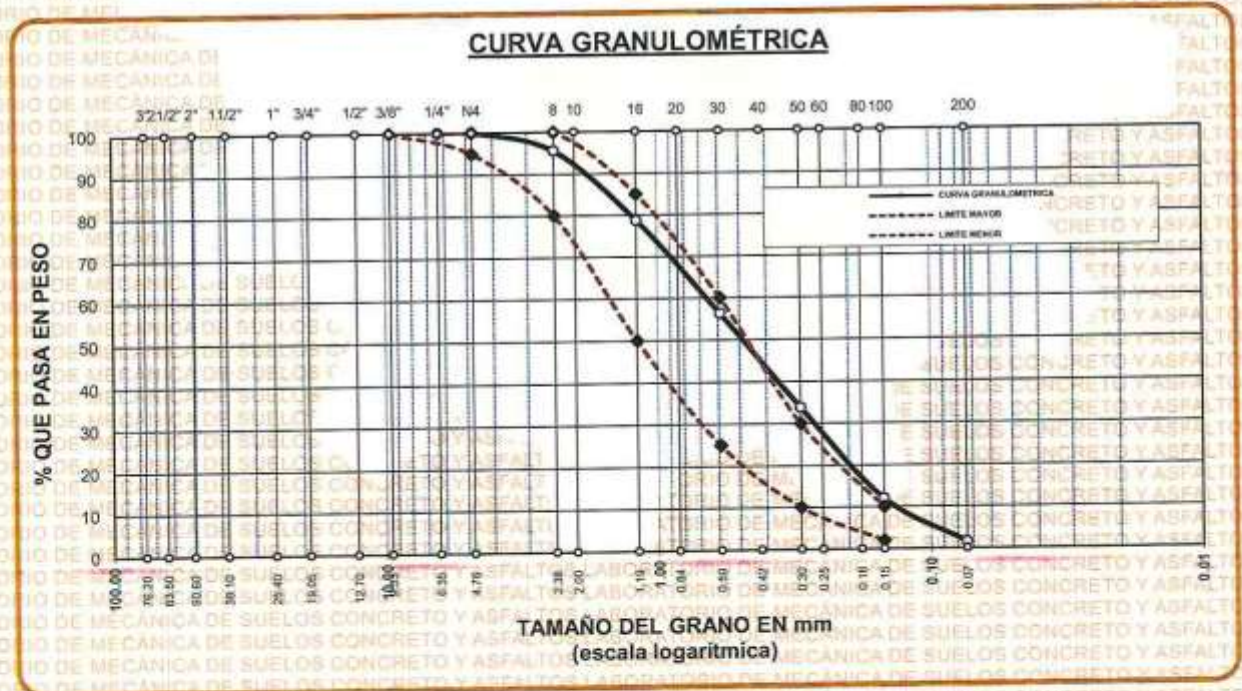


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
CANTERA : CANTERA UNOCOLLA
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 = 2.24
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	
No8	2.380	22.14	4.43	4.43	95.57	50 - 85 %	
No16	1.190	84.27	16.85	21.28	78.72	25 - 60 %	
No30	0.590	112.15	22.43	43.71	56.29	10 - 30 %	
No 50	0.300	112.21	22.44	66.15	33.85	2-10%	
No100	0.149	109.33	21.87	88.02	11.98		
No200	0.074	52.23	10.45	98.47	1.53		
BASE		7.67	1.53	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.53					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

LABORATORIO M.S.C.A. REAFIRMA
 JULIACA

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

Mgtr. Arnoldo Yana Torres



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 : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5938 gr	5938 gr	5938 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2030 cm ³	2030 cm ³	2030 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9078.00 gr	9083.00 gr	9095.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3140.00 gr	3145.00 gr	3157.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.547 gr/cm ³	1.550 gr/cm ³	1.556 gr/cm ³
PROMEDIO		1.551 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5938 gr	5938 gr	5938 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2030 cm ³	2030 cm ³	2030 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9441.00 gr	9428.00 gr	9437.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3503.00 gr	3490.00 gr	3499.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.726 gr/cm ³	1.720 gr/cm ³	1.724 gr/cm ³
PROMEDIO		1.723 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

Mtr. Arnaldo Yana Torres
 FICP 2021027



BIE : B006 - 00304496



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 : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE		7949 gr	7949 gr
VOLUMEN DEL MOLDE		3044 cm ³	3044 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE		CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA		12321.00 gr	12352.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA		4372.00 gr	4403.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA		1.436 gr/cm ³	1.447 gr/cm ³
PROMEDIO			1.448 gr/cm ³

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE		7949 gr	7949 gr
VOLUMEN DEL MOLDE		3044 cm ³	3044 cm ³
Nº DE CAPAS		3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA		25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA		12785.00 gr	12754.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA		4836.00 gr	4805.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA		1.589 gr/cm ³	1.579 gr/cm ³
PROMEDIO			1.584 gr/cm ³

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

[Firma]
MILE ARRIBADO YANA TORRES
CHP 11032157

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



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 : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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.)	374.52
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	362.77
PESO DEL TARRO (gr.)	39.21
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	335.31
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	323.56
PESO DEL AGUA (gr.)	11.75
% HUMEDAD	3.63

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	572.45
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	562.35
PESO DEL TARRO (gr.)	39.87
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	532.58
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	522.48
PESO DEL AGUA (gr.)	10.10
% HUMEDAD	1.93

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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

Mgtr. Arnoldo Yana Torres
C.I.A. 111757



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: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION 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	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1204.14	17.90	17.89	01/04/2024	09/04/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.97	50.00	1200.34	17.85		01/04/2024	09/04/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1200.20	17.78		01/04/2024	09/04/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1205.23	17.97		01/04/2024	09/04/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1208.41	17.96		01/04/2024	09/04/2024	7

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
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1714.32	25.40	25.45	01/04/2024	16/04/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1710.44	25.42		01/04/2024	16/04/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1714.37	25.48		01/04/2024	16/04/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1707.54	25.30		01/04/2024	16/04/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1718.42	25.63		01/04/2024	16/04/2024	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	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2147.56	31.92	31.79	01/04/2024	30/04/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2139.37	31.69		01/04/2024	30/04/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2128.48	31.64		01/04/2024	30/04/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	2135.63	31.85		01/04/2024	30/04/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2143.66	31.86		01/04/2024	30/04/2024	28

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Mtro. Arnaldo Yana Torres



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 : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 2% DE ESCORIA NEGRA

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	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1335.97	19.86	19.86	01/04/2024	09/04/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1332.78	19.74		01/04/2024	09/04/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1330.84	19.78		01/04/2024	09/04/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1339.72	19.98		01/04/2024	09/04/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1339.58	19.91		01/04/2024	09/04/2024	7

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
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1819.26	26.95	26.99	01/04/2024	16/04/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1802.62	26.88		01/04/2024	16/04/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1829.81	27.20		01/04/2024	16/04/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1820.76	27.15		01/04/2024	16/04/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1805.84	26.75		01/04/2024	16/04/2024	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	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2295.75	34.12	34.05	01/04/2024	30/04/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2299.92	34.07		01/04/2024	30/04/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2290.37	33.93		01/04/2024	30/04/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2297.96	34.04		01/04/2024	30/04/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2299.84	34.07		01/04/2024	30/04/2024	28

OBSERVACIONES:

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


 Msc. Aracely Yana Torres
 LABORATORIO M.S.C.A. INVESTIGACIÓN
 JULIACA

RIE : B006 - 00304496



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: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE: BACHILLER. ALISON BRIANA PONCE TICONA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 4% DE ESCORIA NEGRA

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	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1383.52	20.57	20.47	01/04/2024	09/04/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1387.33	20.55		01/04/2024	09/04/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1370.24	20.30		01/04/2024	09/04/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1386.94	20.55		01/04/2024	09/04/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1372.32	20.40		01/04/2024	09/04/2024	7

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	DÍAS
z	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1994.62	29.65	29.38	01/04/2024	16/04/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1968.42	29.16		01/04/2024	16/04/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1976.67	29.28		01/04/2024	16/04/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1982.53	29.37		01/04/2024	16/04/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1965.82	29.42		01/04/2024	16/04/2024	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	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2448.84	36.40	36.41	01/04/2024	30/04/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2449.63	36.29		01/04/2024	30/04/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2456.42	36.39		01/04/2024	30/04/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2467.82	36.56		01/04/2024	30/04/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2458.73	36.43		01/04/2024	30/04/2024	28

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
JEFATURA
Mgtr. Arnaldo Tame Torres
C.P. 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: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA

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

FECHA: 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 8% DE ESCORIA NEGRA

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	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1368.35	20.34	20.14	01/04/2024	09/04/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1348.47	19.98		01/04/2024	09/04/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1353.63	20.05		01/04/2024	09/04/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1355.88	20.09		01/04/2024	09/04/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1362.59	20.25		01/04/2024	09/04/2024	7

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	DÍAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1823.46	27.10	27.09	01/04/2024	16/04/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1831.52	27.13		01/04/2024	16/04/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1816.68	26.91		01/04/2024	16/04/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1829.84	27.11		01/04/2024	16/04/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1833.71	27.17		01/04/2024	16/04/2024	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	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2407.69	35.79	35.67	01/04/2024	30/04/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2404.33	35.62		01/04/2024	30/04/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2406.47	35.65		01/04/2024	30/04/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2405.52	35.64		01/04/2024	30/04/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2405.74	35.64		01/04/2024	30/04/2024	28

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


 Ing. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 0.7% DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1424.23	21.17	21.06	01/04/2024	09/04/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1428.44	21.16		01/04/2024	09/04/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1412.37	20.92		01/04/2024	09/04/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1410.56	20.90		01/04/2024	09/04/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1421.62	21.13		01/04/2024	09/04/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
z	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1946.41	28.93	28.55	01/04/2024	16/04/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1910.32	28.30		01/04/2024	16/04/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1922.29	28.48		01/04/2024	16/04/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1921.55	28.47		01/04/2024	16/04/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1929.64	28.59		01/04/2024	16/04/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2410.23	35.83	35.82	01/04/2024	30/04/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2412.47	35.74		01/04/2024	30/04/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2426.35	35.98		01/04/2024	30/04/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2420.24	35.86		01/04/2024	30/04/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2411.50	35.73		01/04/2024	30/04/2024	28

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
M^{te.} Arnoldo Yano Torres
CIV 103257

BIE : B006 - 00304496



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 : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA

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

FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 1.3% DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

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	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1479.62	21.99	21.98	01/04/2024	09/04/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1482.58	21.96		01/04/2024	09/04/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1470.76	21.79		01/04/2024	09/04/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1496.92	22.18		01/04/2024	09/04/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1479.88	22.00		01/04/2024	09/04/2024	7

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
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1912.26	28.42	28.97	01/04/2024	16/04/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2009.32	29.77		01/04/2024	16/04/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1910.64	28.31		01/04/2024	16/04/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1916.56	28.39		01/04/2024	16/04/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2020.82	29.94		01/04/2024	16/04/2024	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	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2502.27	37.19	37.23	01/04/2024	30/04/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2512.56	37.22		01/04/2024	30/04/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2517.33	37.29		01/04/2024	30/04/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2500.42	37.04		01/04/2024	30/04/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2524.94	37.41		01/04/2024	30/04/2024	28

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
M.Sc. Arnoldo Yana Torres

BIE : B006 - 00304496



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 : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA

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

FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 1.9% DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

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	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1401.32	20.83	20.81	01/04/2024	09/04/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1401.57	20.76		01/04/2024	09/04/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1403.46	20.79		01/04/2024	09/04/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1407.29	20.85		01/04/2024	09/04/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1400.37	20.82		01/04/2024	09/04/2024	7

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	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1860.12	27.65	27.52	01/04/2024	16/04/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1857.32	27.52		01/04/2024	16/04/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1859.26	27.54		01/04/2024	16/04/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1854.14	27.47		01/04/2024	16/04/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1852.34	27.44		01/04/2024	16/04/2024	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	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2437.32	36.23	36.11	01/04/2024	30/04/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2441.41	36.17		01/04/2024	30/04/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2439.16	36.14		01/04/2024	30/04/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2438.58	36.13		01/04/2024	30/04/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2421.87	35.88		01/04/2024	30/04/2024	28

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

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

M. S. C. ALISON BRIANA PONCE TICONA

LABORATORIO M.S.C.A. JERARQUIA

Alison Briana Ponce Ticona



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 : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON LOS PORCENTAJES OPTIMOS

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	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1629.87	24.23	24.04	01/04/2024	09/04/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1612.39	23.89		01/04/2024	09/04/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1619.94	24.00		01/04/2024	09/04/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1621.73	24.03		01/04/2024	09/04/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1619.99	24.08		01/04/2024	09/04/2024	7

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
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2282.08	33.92	33.67	01/04/2024	16/04/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2279.11	33.76		01/04/2024	16/04/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2260.20	33.48		01/04/2024	16/04/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2256.14	33.42		01/04/2024	16/04/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2280.07	33.78		01/04/2024	16/04/2024	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	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2742.14	40.76	40.67	01/04/2024	30/04/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2752.34	40.78		01/04/2024	30/04/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2747.52	40.70		01/04/2024	30/04/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2740.60	40.60		01/04/2024	30/04/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2734.73	40.51		01/04/2024	30/04/2024	28

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - C.P.E. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.P.E. 101207

BIE : B006 - 00304496



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA

INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE

BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	28045	15.01	176.95	158.49	210	01/04/2024	09/04/2024	7	75.47
2	MST-02	28002	14.99	176.48	158.67	210	01/04/2024	09/04/2024	7	75.56
3	MST-03	27975	15.00	176.71	158.31	210	01/04/2024	09/04/2024	7	75.38
4	MST-04	27890	14.98	176.24	158.25	210	01/04/2024	09/04/2024	7	75.36
5	MST-05	27957	15.01	176.95	157.99	210	01/04/2024	09/04/2024	7	75.24
Promedio De Esf. Rotura					158.34					75.40

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	32592	14.98	176.24	184.93	210	01/04/2024	16/04/2024	14	88.06
2	MST-07	32587	15.02	177.19	183.91	210	01/04/2024	16/04/2024	14	87.58
3	MST-08	32599	14.99	176.48	184.72	210	01/04/2024	16/04/2024	14	87.96
4	MST-09	32554	14.99	176.48	184.46	210	01/04/2024	16/04/2024	14	87.84
5	MST-10	32512	15.00	176.71	183.98	210	01/04/2024	16/04/2024	14	87.61
Promedio De Esf. Rotura					184.40					87.81

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	37308	15.01	176.95	210.84	210	01/04/2024	30/04/2024	28	100.40
2	MST-12	37362	15.01	176.95	211.14	210	01/04/2024	30/04/2024	28	100.54
3	MST-13	37397	15.01	176.95	211.34	210	01/04/2024	30/04/2024	28	100.64
4	MST-14	37347	14.98	176.24	211.91	210	01/04/2024	30/04/2024	28	100.91
5	MST-15	37363	14.98	176.24	212.00	210	01/04/2024	30/04/2024	28	100.95
Promedio De Esf. Rotura					211.45					100.69

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD NACIONAL "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Mgta. Arnoldo Yana Torres
CIP 103267

BIE : B006 - 00304496



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE: BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON 2% DE ESCORIA NEGRA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	29074	15.01	176.95	164.31	210	01/04/2024	09/04/2024	7	78.24
2	MST-02	29085	15.01	176.95	164.37	210	01/04/2024	09/04/2024	7	78.27
3	MST-03	29068	14.98	176.24	164.93	210	01/04/2024	09/04/2024	7	78.54
4	MST-04	29028	14.98	176.24	164.70	210	01/04/2024	09/04/2024	7	78.43
5	MST-05	29062	15.01	176.95	164.24	210	01/04/2024	09/04/2024	7	78.21
Promedio De Esf. Rotura					164.51					78.34

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	33852	15.01	176.95	191.31	210	01/04/2024	16/04/2024	14	91.10
2	MST-07	33834	15.01	176.95	191.21	210	01/04/2024	16/04/2024	14	91.05
3	MST-08	33826	15.01	176.95	191.16	210	01/04/2024	16/04/2024	14	91.03
4	MST-09	33854	15.01	176.95	191.32	210	01/04/2024	16/04/2024	14	91.10
5	MST-10	33832	15.01	176.95	191.20	210	01/04/2024	16/04/2024	14	91.05
Promedio De Esf. Rotura					191.24					91.07

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	38992	15.01	176.95	220.36	210	01/04/2024	30/04/2024	28	104.93
2	MST-12	38972	14.98	176.24	221.13	210	01/04/2024	30/04/2024	28	105.30
3	MST-13	38935	15.01	176.95	220.03	210	01/04/2024	30/04/2024	28	104.76
4	MST-14	38998	15.01	176.95	220.39	210	01/04/2024	30/04/2024	28	104.95
5	MST-15	38952	15.01	176.95	220.13	210	01/04/2024	30/04/2024	28	104.82
Promedio De Esf. Rotura					220.41					104.96

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



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP-103257

BIE : B006 - 00304496



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA

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

FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON 4% DE ESCORIA NEGRA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-01	29808	15.01	176.95	168.45	210	01/04/2024	09/04/2024	7	80.22	
2	MST-02	29815	15.01	176.95	168.49	210	01/04/2024	09/04/2024	7	80.24	
3	MST-03	29848	14.98	176.24	169.36	210	01/04/2024	09/04/2024	7	80.65	
4	MST-04	29829	14.98	176.24	169.25	210	01/04/2024	09/04/2024	7	80.59	
5	MST-05	29894	15.01	176.95	168.94	210	01/04/2024	09/04/2024	7	80.45	
Promedio De Esf. Rotura					168.90						80.43

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-06	34862	15.01	176.95	197.02	210	01/04/2024	16/04/2024	14	93.82	
2	MST-07	34874	15.01	176.95	197.08	210	01/04/2024	16/04/2024	14	93.85	
3	MST-08	34856	15.01	176.95	196.98	210	01/04/2024	16/04/2024	14	93.80	
4	MST-09	34839	15.01	176.95	196.89	210	01/04/2024	16/04/2024	14	93.76	
5	MST-10	34840	15.01	176.95	196.89	210	01/04/2024	16/04/2024	14	93.76	
Promedio De Esf. Rotura					196.97						93.80

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-11	40861	15.01	176.95	230.92	210	01/04/2024	30/04/2024	28	109.96	
2	MST-12	40826	14.98	176.24	231.55	210	01/04/2024	30/04/2024	28	110.31	
3	MST-13	40846	15.01	176.95	230.83	210	01/04/2024	30/04/2024	28	109.92	
4	MST-14	40827	15.01	176.95	230.73	210	01/04/2024	30/04/2024	28	109.87	
5	MST-15	40831	15.01	176.95	230.75	210	01/04/2024	30/04/2024	28	109.88	
Promedio De Esf. Rotura					230.97						109.99

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

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

Ing. Arriando Yana Torres
CUI 103257

LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON 8% DE ESCORIA NEGRA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	28534	14.99	176.48	161.69	210	01/04/2024	09/04/2024	7	76.99
2	MST-02	28591	15.01	176.95	161.58	210	01/04/2024	09/04/2024	7	76.94
3	MST-03	28533	15.01	176.95	161.25	210	01/04/2024	09/04/2024	7	76.79
4	MST-04	28530	15.00	176.71	161.45	210	01/04/2024	09/04/2024	7	76.88
5	MST-05	28591	15.00	176.71	161.79	210	01/04/2024	09/04/2024	7	77.04
Promedio De Esf. Rotura					161.55					76.93

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	32627	15.00	176.71	184.63	210	01/04/2024	16/04/2024	14	87.92
2	MST-07	32675	15.01	176.95	184.66	210	01/04/2024	16/04/2024	14	87.93
3	MST-08	32660	14.98	176.24	185.31	210	01/04/2024	16/04/2024	14	88.24
4	MST-09	32663	14.99	176.48	185.08	210	01/04/2024	16/04/2024	14	88.13
5	MST-10	32671	14.99	176.48	185.13	210	01/04/2024	16/04/2024	14	88.16
Promedio De Esf. Rotura					184.96					88.08

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	38003	15.00	176.71	215.05	210	01/04/2024	30/04/2024	28	102.41
2	MST-12	38104	14.99	176.48	215.91	210	01/04/2024	30/04/2024	28	102.82
3	MST-13	38052	15.01	176.95	215.04	210	01/04/2024	30/04/2024	28	102.40
4	MST-14	38036	14.98	176.24	215.82	210	01/04/2024	30/04/2024	28	102.77
5	MST-15	38062	15.01	176.95	215.10	210	01/04/2024	30/04/2024	28	102.43
Promedio De Esf. Rotura					215.38					102.56

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAZ INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
JULIACA - PERÚ
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 100000000

BIE : B006 - 00304496



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE: BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON 0.7% DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

N°	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	MST-01	29646	15.01	176.95	167.54	210	01/04/2024	09/04/2024	7	79.78	
2	MST-02	29698	15.01	176.95	167.83	210	01/04/2024	09/04/2024	7	79.92	
3	MST-03	29607	14.98	176.24	167.99	210	01/04/2024	09/04/2024	7	78.99	
4	MST-04	29674	14.98	176.24	168.37	210	01/04/2024	09/04/2024	7	80.18	
5	MST-05	29620	15.01	176.95	167.39	210	01/04/2024	09/04/2024	7	79.71	
Promedio De Esf. Rotura					167.82						79.92

N°	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	MST-06	34421	15.01	176.95	194.52	210	01/04/2024	16/04/2024	14	92.63	
2	MST-07	34472	15.01	176.95	194.81	210	01/04/2024	16/04/2024	14	92.77	
3	MST-08	34494	15.01	176.95	194.94	210	01/04/2024	16/04/2024	14	92.83	
4	MST-09	34460	15.01	176.95	194.74	210	01/04/2024	16/04/2024	14	92.74	
5	MST-10	34477	15.01	176.95	194.84	210	01/04/2024	16/04/2024	14	92.78	
Promedio De Esf. Rotura					194.77						92.75

N°	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	MST-11	39835	15.01	176.95	225.12	210	01/04/2024	30/04/2024	28	107.20	
2	MST-12	39700	14.98	176.24	225.26	210	01/04/2024	30/04/2024	28	107.27	
3	MST-13	39859	15.01	176.95	225.26	210	01/04/2024	30/04/2024	28	107.26	
4	MST-14	39829	15.01	176.95	225.09	210	01/04/2024	30/04/2024	28	107.18	
5	MST-15	39771	15.01	176.95	224.76	210	01/04/2024	30/04/2024	28	107.03	
Promedio De Esf. Rotura					225.10						107.19

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL JULIACA
Ing. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257

BIE : B006 - 00304496



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 COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON 1.3% DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	30936	15.01	176.95	174.83	210	01/04/2024	09/04/2024	7	83.25
2	MST-02	30947	15.01	176.95	174.89	210	01/04/2024	09/04/2024	7	83.28
3	MST-03	30958	15.01	176.95	174.95	210	01/04/2024	09/04/2024	7	83.31
4	MST-04	30949	15.01	176.95	174.90	210	01/04/2024	09/04/2024	7	83.29
5	MST-05	30937	15.01	176.95	174.83	210	01/04/2024	09/04/2024	7	83.25
Promedio De Esf. Rotura					174.88					83.28

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	35887	15.01	176.95	202.81	210	01/04/2024	16/04/2024	14	96.58
2	MST-07	35863	15.01	176.95	202.67	210	01/04/2024	16/04/2024	14	96.51
3	MST-08	35875	15.01	176.95	202.74	210	01/04/2024	16/04/2024	14	96.54
4	MST-09	35816	14.98	176.24	203.22	210	01/04/2024	16/04/2024	14	96.77
5	MST-10	35834	15.01	176.95	202.51	210	01/04/2024	16/04/2024	14	96.43
Promedio De Esf. Rotura					202.79					96.57

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	42079	15.01	176.95	237.80	210	01/04/2024	30/04/2024	28	113.24
2	MST-12	42066	15.01	176.95	237.73	210	01/04/2024	30/04/2024	28	113.20
3	MST-13	42048	15.01	176.95	237.63	210	01/04/2024	30/04/2024	28	113.16
4	MST-14	42037	14.98	176.24	238.52	210	01/04/2024	30/04/2024	28	113.58
5	MST-15	42008	15.01	176.95	237.40	210	01/04/2024	30/04/2024	28	113.05
Promedio De Esf. Rotura					237.81					113.25

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
JEFATURA
Mec. Arzobispo Yana Torres
CIP: 103257

BIE : B006 - 00304496



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA

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

FECHA : 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON 1.9% DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	30135	15.01	176.95	170.30	210	01/04/2024	09/04/2024	7	81.10
2	MST-02	30141	15.00	176.71	170.56	210	01/04/2024	09/04/2024	7	81.22
3	MST-03	30177	15.00	176.71	170.77	210	01/04/2024	09/04/2024	7	81.32
4	MST-04	30159	14.99	176.48	170.89	210	01/04/2024	09/04/2024	7	81.38
5	MST-05	30150	14.99	176.48	170.84	210	01/04/2024	09/04/2024	7	81.35
Promedio De Esf. Rotura					170.67					81.27

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	34063	14.99	176.48	193.01	210	01/04/2024	16/04/2024	14	91.91
2	MST-07	34052	15.01	176.95	192.44	210	01/04/2024	16/04/2024	14	91.64
3	MST-08	34044	14.98	176.24	193.16	210	01/04/2024	16/04/2024	14	91.98
4	MST-09	34050	14.98	176.24	193.20	210	01/04/2024	16/04/2024	14	92.00
5	MST-10	34062	14.98	176.24	193.27	210	01/04/2024	16/04/2024	14	92.03
Promedio De Esf. Rotura					193.02					91.91

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	39182	15.00	176.71	221.72	210	01/04/2024	30/04/2024	28	105.58
2	MST-12	39170	15.01	176.95	221.36	210	01/04/2024	30/04/2024	28	105.41
3	MST-13	38159	15.01	176.95	221.30	210	01/04/2024	30/04/2024	28	105.38
4	MST-14	39273	14.99	176.48	222.54	210	01/04/2024	30/04/2024	28	105.97
5	MST-15	39228	15.01	176.95	221.89	210	01/04/2024	30/04/2024	28	105.57
Promedio De Esf. Rotura					221.72					105.58

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



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

Metr. Argandoña Tana 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 COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE: BACHILLER ALISON BRIANA PONCE TICONA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 01 DE ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON LOS PORCENTAJES OPTIMOS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	31754	15.01	176.95	179.45	210	01/04/2024	09/04/2024	7	85.45
2	MST-02	31763	14.99	176.48	179.98	210	01/04/2024	09/04/2024	7	85.71
3	MST-03	31770	15.00	176.71	179.78	210	01/04/2024	09/04/2024	7	85.61
4	MST-04	31762	15.00	176.71	179.74	210	01/04/2024	09/04/2024	7	85.59
5	MST-05	31758	14.99	176.48	179.95	210	01/04/2024	09/04/2024	7	85.69
Promedio De Esf. Rotura					179.78					85.61

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	36463	14.99	176.48	206.61	210	01/04/2024	16/04/2024	14	98.39
2	MST-07	36452	15.01	176.95	206.00	210	01/04/2024	16/04/2024	14	98.10
3	MST-08	36444	15.00	176.71	206.23	210	01/04/2024	16/04/2024	14	98.21
4	MST-09	36450	14.98	176.24	206.82	210	01/04/2024	16/04/2024	14	98.48
5	MST-10	36462	14.99	176.48	206.61	210	01/04/2024	16/04/2024	14	98.38
Promedio De Esf. Rotura					206.45					98.31

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	42962	14.99	176.48	243.44	210	01/04/2024	30/04/2024	28	115.92
2	MST-12	42979	15.00	176.71	243.21	210	01/04/2024	30/04/2024	28	115.82
3	MST-13	42974	15.01	176.95	242.86	210	01/04/2024	30/04/2024	28	115.65
4	MST-14	42964	14.99	176.48	243.45	210	01/04/2024	30/04/2024	28	115.93
5	MST-15	42960	15.00	176.71	243.10	210	01/04/2024	30/04/2024	28	115.76
Promedio De Esf. Rotura					243.21					115.82

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
LABORATORIO M.S.C.A. DEPARTAMENTO DE JULIACA

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.I. 103257

Anexo 3. Fotografías



Fotografía 1. Contenido de humedad



Fotografía 2. Análisis granulométrico



Fotografía 3. Peso unitario suelto y varillado del agregado



Fotografía 4. Peso unitario suelto y varillado del agregado



Fotografía 5. Curado de briquetas



Fotografía 6. Rotura de briquetas



Fotografía 7. Rotura de vigas



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 28 / 10 / 2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ALISON BRIANA PONCE TICONA

Dirección: Jr. FRANCISCO BOLOGNESI Mz A - Lt 5

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 74540589

Teléfono: 987 467 437 email: soledadponceticona31@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE LA ESCORIA NEGRA Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL

EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): ESCORIA NEGRA, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, 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 LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

28/00 / 2024

Fecha