TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2026

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE	:	Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
PRIMER MIEMBRO	:	Dr. ARNALDO YANA TORRES
SEGUNDO MIEMBRO	:	Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
ASESOR DE TESIS	:	Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	:	TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 0288-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 20 de mayo del 2026

VISTO: El expediente **N° 2026-CU-003935** presentado por el (la) Bachiller: **ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS** 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. **ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025,** la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

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

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

RESUELVE:

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

- **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO. – **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA.**

ARTICULO TERCERO. – **APROBAR,** la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Miercoles 27 de mayo del 2026
- **HORA** : 09:30 hr
- **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Dr. Ronald Mamani Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 0194-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 20 de abril del 2026

VISTO: El expediente **N° 2026-CU-001239** por el señor (a): **ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis),** el PROVEIDO – **N° 0044-2026**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato **N° 029-2026** del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS,** ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Leonel Suasaca Pelinco** 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° 029-2026 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES.**

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN,** presentado por el señor (a): **ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES,** en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la), **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA.**

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. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

Dr. Fritz Willy Manrique Aguilar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1471-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente **N° 2025-CU-10798**, presentado por el señor (a) **ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 1022-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 159- 2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS,** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 159- 2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- **APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES.**

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS
Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CO…

Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::13016:605370488

Fecha de entrega
7 jul 2026, 11:49 GMT-5

Fecha de descarga
7 jul 2026, 14:12 GMT-5

Nombre del archivo
T036_70846847_T.docx

Tamaño del archivo
28.9 MB

147 páginas

25.267 palabras

137.057 caracteres

turnitin Página 1 de 159 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::13016:605370488
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

15% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

11%	Fuentes de Internet
1%	Publicaciones
13%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70846847
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-4952-0290
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-6613-6925
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	

Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - **P17**
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Cabanillas Latitud: S 15° 37' 14" Longitud: O 70° 20' 44"  https://maps.app.goo.gl/A5DpJ7YcqXgbvvHn9
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2025 – Mayo 2025
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 Materiales** https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00



TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS, identificado con DNI Nro. 70846847, 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:

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025

Asesorado por: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

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 suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

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

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

Juliaca 15 de Junio del 2026

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)

Huella

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a mis padres, por su apoyo incondicional a lo largo de mi etapa estudiantil y por enseñarme, con su ejemplo, el valor del trabajo, la responsabilidad y la perseverancia. Su apoyo y confianza han sido fundamentales en mi crecimiento personal y profesional.

A aquella persona especial que ha estado presente en cada etapa de mi crecimiento personal, brindándome apoyo, confianza e inspiración para seguir adelante. Su constante motivación me impulsó a superar los desafíos encontrados en el camino y a continuar avanzando hacia mis metas.

Para ustedes, con profundo cariño, respeto y gratitud, dedico este trabajo, resultado del esfuerzo, el aprendizaje y la perseverancia.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por acompañarme a lo largo de este camino y por permitirme encontrar personas que, con su apoyo, enseñanzas y confianza, dejaron una huella importante en mi vida.

A mis padres, mi más profundo agradecimiento por cada esfuerzo y sacrificio realizado para hacer posible mi formación profesional. Este logro también les pertenece, porque detrás de cada paso alcanzado se encuentran su amor, dedicación y el apoyo incondicional que me brindaron durante todos estos años.

Expreso también mi sincero agradecimiento a las personas que formaron parte de mi etapa de prácticas profesionales. Gracias por la confianza depositada en mis capacidades y por compartir conmigo sus conocimientos, experiencias y consejos. Cada enseñanza recibida contribuyó a fortalecer mi formación y a reafirmar mi compromiso con la profesión.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra manera, me acompañaron durante este proceso, su apoyo permanecerá siempre en mi memoria con gratitud.

ÍNDICE GENERAL

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 INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática 13
1.2 Planteamiento del problema 15
1.2.1 Problema general 15
1.2.2 Problemas específicos 15
1.3 Objetivos de la investigación 15
1.3.1 Objetivo general 15
1.3.2 Objetivos específicos 16
1.4 Justificación de la investigación 16
1.4.1 Justificación técnica 16
1.4.2 Justificación económica 17
1.4.3 Justificación social 17
1.4.4 Justificación ambiental 18
1.5 Hipótesis de la investigación 19
1.5.1 Hipótesis general 19
1.5.2 Hipótesis específicas 19
1.6 Variables y dimensiones 19
1.6.1 Variable independiente 19
1.6.2 Variable dependiente 20
1.7 Operacionalización de variables 21

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación 22

2.1.1 Antecedentes internacionales 22
2.1.2 Antecedentes nacionales 25
2.1.3 Antecedentes locales 27
2.2 Bases teóricas 29
2.2.1 Los concretos 29
2.2.1.1 Las propiedades del concreto 31
2.2.1.2 Componentes del concreto 39
2.2.2 Cenizas de cascaras de huevos 45
2.2.2.1 Uso de la ceniza de cáscara de huevo 48
2.2.3 Escoria de acero 50
2.2.3.1 Propiedades químicas de la escoria 51
2.3 Marco conceptual 53

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación 56
3.2 Tipo de investigación 57
3.3 Nivel de investigación 58
3.4 Diseño de la investigación 58
3.5 Método de la investigación 59
3.6 Población y muestra de la investigación 59
3.6.1 Población 59
3.6.2 Muestra 60
3.7 Técnicas e instrumentos 62
3.7.1 Técnicas 62
3.7.2 Instrumentos 62
3.8 Validación y confiabilidad del instrumento 63
3.8.1 Validación 63
3.8.2 Confiabilidad 63
3.9 Plan de recolección de datos 64
3.9.1 Recolecciones de los materiales usados 64
3.9.2 Ensayos realizados 68
3.9.3 Análisis e interpretación de los resultados 73

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos 74

4.1.1 Efecto de la de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo como sustituto parcial del cemento en las propiedades del concreto 75
4.1.2 Efecto de la incorporación de escoria de acero como sustituto parcial del agregado fino en las propiedades del concreto..... 82
4.1.3 Combinación óptima de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero como sustitutos parciales en las propiedades del concreto..... 88
4.1.4 Comparación de resultados finales..... 94
4.2 Discusión de Resultados..... 97
CONCLUSIONES..... 99
RECOMENDACIONES..... 101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 102
ANEXOS..... 106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Operacionalización de variables* 21
Tabla 2 *Niveles de trabajabilidad* 33
Tabla 3 *Cantidades de muestra para cada ensayo* 61
Tabla 4 *Composición de la escoria de acero* 68
Tabla 5 *Pruebas efectuadas sobre la calidad de los agregados utilizados* 68
Tabla 6 *Dosificación de concreto base (fc =210 kg/cm2)* 74
Tabla 7 *Dosificación de concreto con CEHU* 75
Tabla 8 *Dosificación de concreto con EACE* 75
Tabla 9 *Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas con CEHU* 76
Tabla 10 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con CEHU (7 días)* 77
Tabla 11 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con CEHU (14 días)* 77
Tabla 12 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con CEHU (28 días)* 78
Tabla 13 *Roturas experimentadas bajo compresión con CEHU* 78
Tabla 14 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con CEHU (7 días)* 79
Tabla 15 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con CEHU (14 días)* .. 80
Tabla 16 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con CEHU (28 días)* .. 80
Tabla 17 *Roturas experimentadas bajo flexión con CEHU* 81
Tabla 18 *Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas con EACE* 82
Tabla 19 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con EACE (7 días)* 83
Tabla 20 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con EACE (14 días)* 83
Tabla 21 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con EACE (28 días)* 84
Tabla 22 *Roturas experimentadas bajo compresión con EACE* 84
Tabla 23 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con EACE (7 días)* 85
Tabla 24 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con EACE (14 días)* ... 86
Tabla 25 *Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con EACE (28 días)* ... 86
Tabla 26 *Roturas experimentadas bajo flexión con EACE* 87

Tabla 27 *Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas* 88
Tabla 28 *Roturas experimentadas bajo compresión con la combinación de CEHU y EACE (7 días)*..... 89
Tabla 29 *Roturas experimentadas bajo compresión con la combinación de CEHU y EACE (14días)*..... 89
Tabla 30 *Roturas experimentadas bajo compresión con la combinación de CEHU y EACE (28días)*..... 90
Tabla 31 *Roturas experimentadas bajo compresión con la combinación de CEHU y EACE*..... 90
Tabla 32 *Roturas experimentadas bajo flexión con la combinación de CEHU y EACE (7 días)* 91
Tabla 33 *Roturas experimentadas bajo flexión con la combinación de CEHU y EACE (14 días)* 92
Tabla 34 *Roturas experimentadas bajo flexión con la combinación de CEHU y EACE (28 días)* 92
Tabla 35 *Roturas experimentadas bajo flexión con la combinación de CEHU y EACE*.. 93
Tabla 36 *Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas* 94
Tabla 37 *Roturas experimentadas bajo compresión*..... 95
Tabla 38 *Roturas experimentadas bajo flexión*..... 96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *El concreto* 30
Figura 2 *El asentamiento* 34
Figura 3 *Ruptura de briqueta* 37
Figura 4 *Ruptura de vigas* 39
Figura 5 *Cascaras de huevo* 45
Figura 6 *Cenizas de cascara de huevo* 47
Figura 7 *Escorias de acero* 50
Figura 8 *Cascaras de huevo trituradas* 65
Figura 9 *Cenizas de cascara de huevo* 66
Figura 10 *Obtención de la escoria de acero* 67
Figura 11 *Escoria de acero triturada* 67
Figura 12 *Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas con CEHU* 76
Figura 13 *Roturas experimentadas bajo compresión con CEHU* 79
Figura 14 *Roturas experimentadas bajo flexión con CEHU* 81
Figura 15 *Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas con EACE* 82
Figura 16 *Roturas experimentadas bajo compresión con EACE* 85
Figura 17 *Roturas experimentadas bajo flexión con EACE* 87
Figura 18 *Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas* 88
Figura 19 *Roturas experimentadas bajo compresión con la combinación de CEHU y EACE* 91
Figura 20 *Roturas experimentadas bajo flexión con la combinación de CEHU y EACE* 93
Figura 21 *Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas* 94
Figura 22 *Roturas experimentadas bajo compresión* 95
Figura 23 *Roturas experimentadas bajo flexión* 96

RESUMEN

La investigación titulada "Efecto de la aplicación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas 2025", tuvo como objetivo evaluar el impacto de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en las propiedades del concreto convencional. El estudio se estructuró bajo un diseño experimental, con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y tipo aplicado. La incorporación de cenizas de cáscara de huevo como sustituto parcial del cemento mejoró la resistencia del concreto. Con un 7% de cenizas de cáscara de huevo, la resistencia a compresión alcanzó 221.56 kg/cm² a los 28 días, en comparación con los 210.93 kg/cm² del concreto base. Sin embargo, con un 12% de cenizas de cáscara de huevo, la resistencia se redujo a 212.85 kg/cm², indicando que mayores proporciones no mejoran significativamente el concreto. La escoria de acero, funcionando como sustituto del agregado fino, también mostró mejoras. Con un 20% de escoria de acero, la resistencia a compresión llegó a 237.84 kg/cm² a los 28 días, superando al concreto base. Además, la resistencia a flexión fue de 39.81 kg/cm², la más alta observada en este estudio. La combinación óptima fue la mezcla con 7% de cenizas de cáscaras de huevos y 12% de escoria de acero, que alcanzó una resistencia a compresión de 231.68 kg/cm² y una resistencia a flexión de 37.41 kg/cm² a los 28 días. Estas mezclas también mantuvieron el asentamiento dentro del rango ideal de 3.00 a 4.00". En conclusión, tanto las cenizas de cáscaras de huevos como la escoria de acero son eficaces como sustitutos parciales en el concreto convencional, siendo la combinación de 7% de cenizas de cáscara de huevo y 12% de escoria de acero la más eficiente.

Palabras Clave: Cenizas de cáscara de huevo, Concreto, Escoria de acero y Propiedades del concreto.

ABSTRACT

The study titled "Effect of Adding Eggshell Ash and Steel Slag on the Properties of Conventional Concrete in the District of Cabanillas 2025" aimed to evaluate the impact of incorporating eggshell ash and steel slag on the properties of conventional concrete. The study was structured as an experimental design with a quantitative approach, explanatory level, and applied type. The incorporation of eggshell ash as a partial cement substitute improved the concrete's strength. With 7% eggshell ash, the compressive strength reached 221.56 kg/cm² at 28 days, compared to 210.93 kg/cm² for the base concrete. However, with 12% eggshell ash, the strength decreased to 212.85 kg/cm², indicating that higher proportions do not significantly improve the concrete. Steel slag, acting as a substitute for fine aggregate, also showed improvements. With 20% steel slag, compressive strength reached 237.84 kg/cm² at 28 days, surpassing the base concrete. Additionally, flexural strength was 39.81 kg/cm², the highest observed in this study. The optimal combination was the mixture containing 7% eggshell ash and 12% steel slag, which achieved a compressive strength of 231.68 kg/cm² and a flexural strength of 37.41 kg/cm² at 28 days. These mixtures also maintained slump within the ideal range of 3.00 to 4.00 inches. In conclusion, both eggshell ash and steel slag are effective as partial substitutes in conventional concrete, with the combination of 7% eggshell ash and 12% steel slag being the most efficient.

Keywords: Eggshell ash, Concrete, Steel slag, Concrete properties.

INTRODUCCIÓN

El concreto convencional es uno de los materiales más utilizados en la industria de la construcción debido a su accesibilidad, resistencia y versatilidad. Sin embargo, su producción presenta una serie de desafíos ambientales, principalmente derivados de la fabricación del cemento, un componente esencial del concreto. Aproximadamente el 8% de las emisiones de dióxido (CO2) a nivel mundial provienen de la industria del cemento, lo que contribuye al cambio climático y a la degradación del medio ambiente. Además, La captación de recursos naturales para el proceso productivo de agregados finos, como la arena, plantea problemas relacionados con la sostenibilidad y la escasez de estos materiales.

Ante tales problemáticas, se busca desarrollar alternativas sostenibles que disminuyan el impacto ambiental del concreto sin afectar sus propiedades estructurales. En este sentido, los residuos como las cenizas de cáscaras de huevo y la escoria de acero son potenciales mejoradores del concreto. Las cenizas de cáscaras de huevo, ricas en calcio, se han llegado a proponer como sustitución parcial del cemento en estudios por sus propiedades puzolánicas. Por otro lado, la escoria de acero, un residuo de la industria siderúrgica, se ha empleado como agregado en el concreto, principalmente como sustituto del agregado fino, por sus características físicas y mecánicas.

En esta investigación se analiza la influencia de las cenizas de cáscaras de huevo como sustituto del cemento y escoria de acero en sustitución del agregado fino en el concreto normal. Esta investigación se desarrollará en el distrito de Cabanillas, como muchas otras regiones, con problemas de sostenibilidad en la construcción y sobreexplotación de los recursos naturales.

El propósito es establecer de qué manera influyen estos materiales alternativos en el concreto ordinario en términos de resistencia. Además, se pretende dar una solución

ecológicamente viable, disminuyendo la dependencia de recursos naturales no renovables y utilizando materiales que serían desechados.

En el presente, se llevará a cabo un amplio análisis comparativo de varias composiciones de concreto en las que el cemento se reemplazará parcialmente por cenizas obtenidas de cáscaras de huevo, mientras que el agregado fino convencional se sustituirá por escoria siderúrgica, un residuo industrial que demuestra propiedades interesantes para aplicaciones de construcción. Para evaluar el desempeño de estas mezclas y comprobar que constituyen una familia de productos técnicamente y prácticamente viable para obtener concreto tradicional utilizado en obras civiles, se llevarán a cabo diversas pruebas técnicas, incluidas ensayos de resistencia y de asentamiento.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel mundial, el concreto ordinario es el más producido por las industrias, ya que se utiliza para construir infraestructuras, edificios, obras públicas, etc. Pero la producción de cemento, un ingrediente del concreto, es altamente contaminante. La fabricación de cemento es responsable de alrededor del 8% de las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO2), principal causante del calentamiento global. Esta huella es resultado de los procesos químicos y térmicos para producir cemento, los cuales necesitan altas temperaturas y liberan mucho CO2 (Vasquez, 2022).

Asimismo, la explotación de materiales naturales para la obtención de finos (arena) está generando cada vez mayor presión sobre los ecosistemas naturales. Sobreexplotar estos recursos causa degradación de hábitats, interrupción de cursos de agua y pérdida de biodiversidad, intensificando la crisis ambiental global. Así, la industria del concreto se enfrenta al reto de disminuir su impacto ambiental sin sacrificar la calidad y durabilidad de las estructuras (Vasquez, 2022).

Y el Perú no es ajeno a estos problemas a nivel nacional. La industria del concreto en el país ha crecido continuamente en las últimas décadas, gracias al crecimiento del sector inmobiliario y de infraestructura. Sin embargo, esta expansión viene acompañada

de una creciente demanda de cemento y agregados finos que agudizan los problemas ambientales y económicos de la construcción (Vargas, 2024).

El país es uno de los mayores productores de cemento en América Latina y, por ende, genera muchas emisiones de CO2. Pero el gobierno peruano ya está dando pasos para fomentar la sostenibilidad en la edificación, como la creación de normas técnicas para el uso de materiales alternativos, pero la transformación hacia una construcción sostenible todavía está en pañales. En este sentido, los materiales reciclados o alternativos, tales como las cenizas de cáscara de huevo y la escoria de acero, tienen un gran potencial para reducir el impacto ambiental del concreto. Sin embargo, su uso en la industria del concreto peruano sigue siendo limitado y poco estudiado, lo que dificulta su adopción a gran escala (Vargas, 2024).

En el caso específico del distrito de Cabanillas, ubicado en la región de Puno, la situación no es menos crítica. Al ser una zona en crecimiento, la demanda de concreto para la construcción de viviendas, infraestructura vial y otros proyectos de desarrollo es cada vez mayor. Sin embargo, Cabanillas enfrenta varios problemas relacionados con la sostenibilidad en la construcción.

Uno de los mayores problemas es la dependencia de recursos naturales locales para producir el concreto. La explotación de áridos finos (arena) está impactando los ecosistemas locales, cambiando el curso de los ríos y destruyendo suelos fértiles. También, el amplio uso de cemento, aún la principal materia del concreto en la mayoría de las construcciones de la región, genera emisión de CO2 y agotamiento de recursos naturales. A pesar de ser una zona donde la agricultura y la ganadería juegan un papel importante en la economía local, los residuos de cáscara de huevo son comúnmente generados y desechados sin ningún aprovechamiento. Del mismo modo, la escoria de acero, aunque se genera a nivel nacional, no se utiliza en el distrito, a pesar de su potencial para sustituir los agregados finos en la fabricación del concreto. La falta de una investigación adecuada limita el uso de estos materiales alternativos en el distrito de Cabanillas, lo que retrasa la adopción de prácticas más sostenibles.

En este sentido, es necesario explorar soluciones innovadoras que permitan reducir el impacto ambiental del concreto en la región, al mismo tiempo que se aprovechan los residuos locales como recursos valiosos. La utilización de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en la mezcla del concreto podría ser una alternativa viable, contribuyendo tanto a la reducción de la huella de carbono como a la gestión eficiente de los residuos industriales y orgánicos en el distrito.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de la aplicación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas - 2025?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo como sustituto parcial del cemento en las propiedades del concreto convencional, en el distrito de Cabanillas?

2. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de escoria de acero como sustituto parcial del agregado fino en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas?

3. ¿Cuál es la combinación óptima de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero como sustitutos parciales en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas - 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo como sustituto parcial del cemento en las propiedades del concreto convencional, en el distrito de Cabanillas.

2. Evaluar el efecto de la incorporación de escoria de acero como sustituto parcial del agregado fino en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas.

3. Analizar la combinación óptima de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero como sustitutos parciales en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

La investigación propuesta tiene una justificación técnica sólida, ya que busca evaluar el impacto de la aplicación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en las propiedades del concreto convencional. Actualmente, la industria del concreto enfrenta retos significativos relacionados con la mejoría de las cualidades del concreto sin comprometer su costo o accesibilidad. El uso de materiales alternativos en la fabricación de concreto ha sido objeto de diversas investigaciones, pero la combinación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero sigue siendo poco explorada, especialmente en el contexto local del distrito de Cabanillas. Desde el punto de vista técnico, esta investigación puede aportar en la creación de nuevos concretos con mejores propiedades de resistencia. La ceniza de cáscara de huevo, rica en calcio, puede reemplazar parcialmente el cemento y mejorar la resistencia compresiva del concreto y crear un concreto más adaptable a

diversas condiciones ambientales. Por otro lado, la escoria de acero en sustitución del árido fino puede alterar la estructura del hormigón para mejorar sus propiedades mecánicas y hacerlo más resistente a la abrasión y otros agentes de deterioro.

De este modo, la investigación proporcionará información técnica sobre cómo estos materiales alternativos influyen en el comportamiento del concreto ordinario, abriendo la posibilidad de utilizarlos para construir infraestructuras más fuertes y duraderas.

1.4.2 Justificación económica

La justificación económica de esta investigación es clara, ya que la aplicación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en el concreto podría disminuir los costos en la producción de concreto sin alterar sus propiedades principales. La sustitución parcial del cemento por cenizas de cáscaras de huevo reduciría los costos de materia prima, los costos por transporte de cemento, material costoso y contaminante.

Además, la escoria de acero es un material de desecho de la industria siderúrgica, que generalmente se desecha o se aprovecha muy poco. Su uso como agregado fino en el concreto podría generar ahorros significativos al aprovechar materiales que de otra manera serían desechados. Para las constructoras del distrito de Cabanillas, esta investigación abre la posibilidad de disminuir costos, ser más competitivas y encontrar opciones económicas que se ajusten al mercado y las necesidades de desarrollo infraestructural de la zona.

1.4.3 Justificación social

La justificación social de esta tesis se basa en el beneficio que los resultados de la investigación pueden aportar a las comunidades locales, principalmente en la generación de empleo y mejora de la infraestructura. Las cenizas de cáscaras de huevo y escoria de acero podrían generar nuevas oportunidades de empleo en el distrito de Cabanillas, al desarrollar una cadena de valor para el uso de estos materiales alternativos. La recolección

y el tratamiento de cenizas de cáscara de huevo, podría generar ingresos para los pobladores de la zona, y la escoria de acero podría crear nuevos puestos de trabajo en la industria.

Además, el uso de materiales reciclados en la edificación podría permitir desarrollar infraestructuras más accesibles y sostenibles, mejorando la calidad de vida en el distrito. La edificación de viviendas y demás obras de infraestructura con concreto más barato y duradero podría ayudar a desarrollar urbana y ruralmente el distrito de Cabanillas, mejorando las condiciones de vida y el desarrollo social del área.

1.4.4 Justificación ambiental

La justificación ambiental es una de las más importantes en esta tesis, ya que cada vez existe mayor interés por disminuir la huella ecológica en la construcción. La industria del concreto genera gran parte de las emisiones mundiales de CO2, debido al cemento. El uso de materiales alternativos, tales como las cenizas de cáscaras de huevo y la escoria de acero, podría disminuir la demanda de cemento y agregados finos, y por ende la extracción de recursos naturales, que causa daños ambientales, erosión y contaminación.

La adición de estos subproductos industriales al concreto también ayudaría a reciclar y reutilizar materiales que de otro modo se desecharían o se utilizarían poco. Las cenizas de cáscaras de huevo son un desecho agrícola que, al ser reutilizado en la construcción, puede reducir los desechos agrícolas y disminuir la contaminación del suelo y el agua. La escoria de acero, en cambio, es una gran oportunidad para atenuar los daños de la industria y convertirla en un recurso y no en un desecho.

Por lo cual, esta investigación no solo ayudará a mejorar las propiedades del concreto, sino que también dará un paso para una construcción más verde y sostenible, disminuyendo la dependencia de los recursos no renovables y fomentando la economía circular en la construcción.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La aplicación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en la mezcla del concreto convencional en el distrito de Cabanillas mejorara sus propiedades, como el asentamiento, las resistencias, en comparación con el concreto convencional del distrito de Cabanillas 2025.

1.5.2 Hipótesis específicas

1. La incorporación de cenizas de cáscara de huevo como sustituto parcial del cemento mejorará ciertas propiedades del concreto convencional, como la resistencia a compresión, en el distrito de Cabanillas.
2. La incorporación de escoria de acero como sustituto parcial del agregado fino mejorará las propiedades del concreto convencional, mejorando su resistencia en el distrito de Cabanillas.
3. La combinación óptima de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero como sustitutos parciales del cemento y el agregado fino mejorará significativamente las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas.

1.6 Variables y dimensiones

1.6.1 Variable independiente

- Cenizas de cascara de huevo.
  - Incorporación del 7% y 12%.

- Escoria de acero
  - Incorporación del 12% y 20%.

1.6.2 Variable dependiente

- Propiedades del concreto.
  - Asentamiento.
  - Resistencia a compresión.
  - Resistencia a flexión.

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Valores finales	Inst. de Medición	Tipo
VI: - Cenizas de cascara de huevo.	Material obtenido de la calcinación de las cáscaras de huevos como sustituto parcial del cemento en el concreto.	Incorporación del 7% y 12%.	% de sustitución del cemento por ceniza de cáscara de huevo.	7% y 12% de sustitución.	Análisis de laboratorio de la mezcla.	Cuantitativa
-Escoria de acero.	Subproducto del proceso de fusión de metales, utilizado como sustituto parcial del agregado fino en el concreto.	Incorporación del 12% y 20%	% de sustitución del agregado fino por escoria de acero.	12% y 20% de sustitución.	Análisis de laboratorio de la mezcla.	Cuantitativa
VD - Propiedades del concreto.	Características físicas y mecánicas del concreto, evaluadas a través de diversos ensayos.	Asentamiento.	Medición de la fluidez del concreto.	3.00 a 4.00 pulgadas.	Medición de asentamiento (Cono de Abrams)	Cuantitativa
		Resistencia a compresión.	Medición de la capacidad de soportar cargas.	Valores incrementales según diseño (210 kg/cm² a 238 kg/cm²).	Pruebas de compresión (Prensa de compresión)	Cuantitativa
		Resistencia a flexión.	Medición de la capacidad de resistir esfuerzos de flexión.	Valores incrementales según diseño (31 kg/cm² a 40 kg/cm²).	Pruebas de flexión (Máquina de flexión).	Cuantitativa

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según Freire (2025) en su trabajo titulado "Comparación entre hormigones de 210 kg/cm² con y sin la adición de ceniza de cáscara de huevo", se centró en la preparación de mezclas de hormigón, tanto cómo, sin la adición de ceniza de cáscaras de huevo. En otras palabras, le interesaba comparar los efectos de la ceniza de cáscara de huevo en las mezclas de hormigón. Las cáscaras de huevo se recogieron durante un mes, tras lo cual se secaron, se pulverizaron y se calcinaron para obtener la ceniza. A continuación, se caracterizaron con gran detalle todos y cada uno de los elementos que formaban parte de la investigación. Sobre la base de esta categorización, se desarrollaron mezclas de hormigón en las que se utilizó ceniza de cáscaras de huevo en lugar de áridos finos en proporciones variables: cinco, quince y treinta por ciento. Se demostró que las muestras de ensayo que tenían un 5 % de sustitución por cenizas mostraban una mejora del 5,23 % en la resistencia después de siete días. Este hallazgo implica que una baja proporción de este material podría mejorar el desarrollo inicial de la resistencia. Por otro lado, las mezclas que tenían mayores concentraciones de cenizas (15 % y 30 %) no mostraron esta mejora inicial. En cambio, mostraron una disminución de la resistencia del 13,81 % y del 22,82 %,

respectivamente. En relación con la muestra de referencia, las muestras a las que se les añadió un 5 % y un 30 % de cenizas mostraron una disminución de la resistencia del 12,03 % y del 20,99 %, respectivamente, después de 14 días. Por último, pero no menos importante, después de 28 días, los tubos de ensayo que tenían un 15 % de sustitución mostraron un aumento sustancial de la resistencia del 13,96 %, mientras que los tubos de ensayo que tenían un 5 % de sustitución se mantuvieron dentro del rango previsto y no mostraron cambios significativos. En comparación, se registró una caída significativa del 24,58 % en la resistencia de la combinación que contenía un 30 % de cenizas. La ceniza de cáscaras de huevos tiene el potencial de ser un excelente sustituto parcial para mejorar las cualidades del hormigón, como demuestran estos hallazgos.

Según Ramos (2024) en su investigación denominada "Utilización de la escoria de acero en la producción de hormigones: ventajas, desventajas y usos", el enfoque principal de todo fue acumular la viabilidad de emplear la escoria de acero como una nueva forma de encofrado en concreto hidráulico. Para este propósito, además del amplio conjunto de beneficios que este material puede proporcionar, se exploran también sus posibles desventajas durante su implementación, junto con el impacto ambiental y empresarial vinculado a su uso en aplicaciones industriales y de construcción. Con este fin, se realizó un análisis exhaustivo de la literatura científica y técnica más actual y relevante disponible hasta la fecha, con el fin de compilar diversos estudios, informes y artículos especializados que abordan el uso del acero en forma de escoria en el sector de la construcción. También se identificaron ciertas limitaciones clave durante el estudio, como el grado en que cambian drásticamente las propiedades mecánicas de la escoria dependiendo de su origen y pretratamiento; una situación que puede afectar de manera significativa la homogeneidad final y el desempeño del concreto. Para fabricar concreto, la escoria de acero se introduce como una alternativa ecológica que también aporta beneficios ambientales y económicos; no obstante, debe reconocerse que se requiere investigación adicional para mejorar su aplicación en el uso de construcciones de concreto, junto con la definición precisa y la

estandarización de regulaciones que ayuden a su regulación entre el conocimiento y la práctica, gestionando su incorporación exitosa dentro de la industria de la construcción.

Según Lozano et al. (2024) en su investigación denominada "Estudio de la resistencia y durabilidad de mezclas de concreto, considerando la sustitución parcial de cemento por cáscaras de huevo calcinadas", llevaron a cabo un análisis en profundidad de la influencia que se aplica al reemplazar el cemento convencional con ceniza de cáscaras de huevo calcinadas en la resistencia a compresión y la durabilidad relacionadas con el concreto. Para ello, en primer lugar, produjeron una mezcla de concreto regular con una resistencia de 210 kg/cm². A partir de esta mezcla base, realizaron varios reemplazos parciales de cemento con ceniza de cáscara de huevo en proporciones específicas (8%, 10% y 12%), en orden incremental, con el fin de analizar las influencias graduales debidas a estas modificaciones. Los resultados obtenidos mostraron que las mezclas con reemplazo de ceniza del 10% y del 12% lograron un gran aumento en la resistencia a compresión del concreto endurecido, demostrando que se incrementó de manera significativamente mayor en proporción a cuánto más cantidad regular de ceniza se utilizó en los diseños de mezcla. Además, se realizó una investigación detallada de las propiedades del estado fresco, la cual también indicó que los tres tipos de cenizas de cáscara de huevo mejoraron la trabajabilidad de acuerdo con el comportamiento y los resultados del ensayo de asentamiento, que es un parámetro importante para determinar la fluidez y la capacidad de manejo del concreto recién mezclado. El porcentaje de porosidad se determinó para las muestras con el fin de predecir la resistencia final del concreto, mostrando que las mezclas con diferentes cantidades de ceniza presentaron porosidades específicas iguales a 6.38%, 6.05% y 6.75%. Aunque finalmente no se identificó ninguna correlación observable entre el % de ceniza y los resultados de porosidad, todas estas tasas son, no obstante, de gran importancia, ya que todas permanecieron dentro de los límites establecidos, de modo que el concreto producido aún

tiene una buena densidad de calidad, un factor crucial para mejorar la durabilidad futura y el desempeño estructural.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según Elias (2022) en su investigación titulada "Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto tradicional f'c = 210 kg/cm² al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar fibra de acero reciclado a la mezcla – Lima Norte 2022", tiene como objetivos principales evaluar con detalle y rigor un concreto alternativo. La metodología de esta investigación se organizó en dos etapas distinguibles: la primera etapa comprendió un enfoque bibliográfico exhaustivo, en el que realizamos una revisión inmediata y sistemática de la literatura existente de acuerdo con el tema de estudio; mientras que la segunda etapa correspondió a una fase de experimentación con un enfoque aplicado, en la que lo hicimos mediante la implementación de un diseño cuasi-experimental, que nos permitió obtener datos empíricos y cuantificables que corroboraran las hipótesis planteadas. A partir de esto, también se demuestra que la resistencia mecánica del concreto aumenta de manera considerable y significativa frente al concreto convencional, cuando se reemplaza el 2% del cemento ordinario por cenizas de cáscara de huevos y se agrega 1% de fibra de acero reciclada a la mezcla. Solo para la resistencia a flexión, esas combinaciones con 1% de fibras de acero y ceniza de cáscara de huevo al 2% mostraron resultados similares al control (hasta dos casos superiores). El concreto propuesto y analizado en este estudio es totalmente viable, técnicamente factible de usar en la industria de la construcción, nuevo, pero sobre todo representa una alternativa natural y sostenible porque cumple con importantes normativas actuales y contribuye a reducir la contaminación ambiental, ya que reutiliza completamente recursos reciclados (ceniza de cáscaras de huevos y fibras de acero reforzado), dando lugar a un comportamiento más ecológico que son responsables de los procesos correctos e integrados de la economía circular.

Según Camarena et al. (2022)en su investigación titulada "Análisis comparativo de la resistencia compresiva, flexión y trabajabilidad del concreto tradicional versus un concreto utilizando escoria de acero como agregado fino", cuyo objetivo principal fue determinar de manera precisa y específica la importancia que aporta la escoria de acero como agregado fino en las propiedades mecánicas y funcionales utilizadas para caracterizar la resistencia a la compresión del concreto, la resistencia a la flexión y su aplicabilidad (trabajabilidad), f'c = 20.594 kPa. Para este propósito, se diseñaron mezclas con reemplazo de escoria de acero del 10%, 15% y 20%. Estas se consideraron como reemplazos parciales del agregado fino tradicional. El propósito principal de este proyecto fue demostrar que el uso de escoria de acero puede desarrollar las propiedades del concreto experimental hasta un nivel de alto desempeño y, además, constituye un enfoque eficaz para reducir la cantidad de residuos contaminantes depositados en la naturaleza, contribuyendo así a un aprovechamiento sostenible de este material en la construcción civil. A partir de los resultados de las pruebas de fallas (fractura) realizadas en las etapas de curado de 7, 14 y 28 días, se observó que el diseño ideal basado en el uso de escoria de acero reciclada también correspondió a una proporción del 10%. Esta cantidad arrojó una concordancia adecuada a ideal con los tres objetivos básicos finales identificados en el estudio, con un balance favorable de resistencia, flexibilidad y trabajabilidad para aplicaciones prácticas en la industria de la construcción.

Según Espinoza y Riva (2023) en su estudio denominado "Diseño de concreto f´c 210 kg/cm2 con adición de cenizas de cáscaras de huevo y de arroz para reducir el consumo de cemento y minimizar las emisiones de CO2 en el ambiente al reducirse la producción de cemento", se ha demostrado de manera convincente y concluyente que, durante los años pasados, el uso de agregados reciclados (orgánicos o inorgánicos de origen) en la producción de concreto ha aumentado significativamente y se ha mantenido en el tiempo. Múltiples estudios de investigación y evaluaciones detalladas han confirmado que tanto la ceniza de cáscara de arroz (RHA) como la ceniza de cáscaras de huevos

(ESA) son muy efectivas y también sustituciones parciales prospectivas del cemento en mezclas de concreto, ofreciendo una opción respetuosa con el medio ambiente y a la vez útil. El objetivo principal de esta investigación es identificar un diseño de mezcla de concreto adecuado y proporcional con la inclusión de RFA y EFA, asegurando a la vez buena trabajabilidad que ha sido comprobada con precisión mediante el ensayo de asentamiento estándar. Estas mezclas contienen sustituciones del cemento con contenidos en masa entre 10 % y 20 % de la masa total de cemento utilizada, como una opción para optimizar las propiedades mecánicas. Sin embargo, a diferencia de la resistencia a flexión, que fue evaluada y medida únicamente después de un período de curado de 28 días, la resistencia a compresión fue examinada con mucha más atención en dos periodos de tiempo: a los 7 días y nuevamente a los 28 días, después del proceso de curado. Además, no solo el diseño de mezcla con 15 % de sustitución de cemento se endureció después de 28 días para obtener una mayor resistencia a compresión que el concreto común, sino que los resultados obtenidos en este estudio hacen completamente evidente y definitivo que su uso reduce sustancialmente las emisiones de CO2 y los costos de fabricación.

2.1.3 Antecedentes locales

Según Palomino (2024) en su investigación titulada "Incidencia del uso de escoria como sustituto del agregado fino en porcentajes variables sobre la resistencia compresiva de un concreto en la provincia de San Román", tuvo como objetivo evaluar la influencia que, al añadirse en diferentes porcentajes, tiene la escoria cuando se utiliza como reemplazo parcial del agregado fino, y que este comportamiento mecánico está mayormente enfocado e influenciado por su resistencia a la compresión. Para llevar a cabo esta investigación se utilizó un diseño experimental aplicado, junto con una metodología cuantitativa exhaustiva a lo largo de las etapas de implementación del estudio. El agregado fino en las mezclas de concreto fue reemplazado de manera sistemática y controlada en cada ocasión con escoria para observar cambios en las propiedades de este material: 0%–

10%–20% y 30%, respectivamente. Se recolectaron cuarenta y tres muestras de concreto (en total sesenta y cinco) y se prepararon minuciosamente antes de las pruebas para obtener datos representativos y confiables. La resistencia a la compresión del concreto resultante fue mayor que la que se habría especificado en el diseño original después de un período de curado aproximado de 28 días, lo que indica un desempeño favorable del material. Los resultados mostraron variaciones en la resistencia de las mezclas según el porcentaje de escoria: 221,31kg/cm² para la mezcla con 10% de escoria, 248,04kg/cm² para la que contenía 20% y 253,79kg/cm² para la que contenía 30%. En este sentido, la escoria se utilizó con éxito como reemplazo parcial del agregado fino en el concreto, y los resultados indican que tuvo un papel favorable y considerable al mejorar la resistencia a la compresión del material. Por el contrario, la mayor mejora en la resistencia del concreto se logró con una proporción de veinte por ciento de escoria, y además presentó una posible economía, ya que fue la relación óptima de costo-beneficio entre las evaluadas, mostrando economía en niveles más bajos de reemplazo junto con un mayor desempeño mecánico. En resumen, la investigación realizada indica explícitamente que reemplazar el agregado fino con escoria es una alternativa factible, adecuada y eficiente para mejorar la resistencia a la compresión del concreto, además de alcanzar ventajas técnicas y económicas en la producción de este material de construcción.

Según Quispe (2024) en su investigación titulada "Mejoramiento de las propiedades del concreto f'c = 210kg/cm2 incorporando escorias de cobre y fibras de aluminio, Puno-2023", el objetivo principal de esta investigación fue investigar las formas en que la escoria de cobre y la fibra de aluminio influyen en las propiedades del concreto. Se incorporaron un alcance explicativo y un diseño experimental a la metodología del estudio, que fue de naturaleza científica y aplicada. La muestra consistió en tubos de ensayo de concreto a los que se les añadió escoria de cobre y fibras de aluminio. Los resultados obtenidos al integrar estos residuos metálicos demostraron que había una influencia favorable en las cualidades físicas del concreto, como el asentamiento, el peso unitario y el aire atrapado, ya que todos

estos valores aumentaron. Además, se observó que las cualidades mecánicas del concreto, en particular su resistencia compresiva, habían mejorado sustancialmente durante el transcurso del experimento. Por ejemplo, la combinación que contenía un 10 % de escoria de cobre y un 9 % de fibra de aluminio tenía una resistencia compresiva media de 213,16 kg/cm2, superior a la resistencia compresiva de las otras dosis. En conclusión, la integración de escoria de cobre y fibra de aluminio tuvo un impacto sustancial en las características del concreto con un valor f'c de 210kg/cm2. En comparación con el concreto tradicional, el concreto mostró cambios significativos en sus características físicas y mecánicas, como su asentamiento y resistencia compresiva. Estas diferencias dieron lugar a una mejora en la trabajabilidad del concreto, así como en su resistencia para su aplicación.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Los concretos

Material de construcción indispensable y versátil; consiste principalmente en una masa con proporciones específicas de cemento, agua, arena fina, grava gruesa y otros materiales minerales. Bajo ciertas condiciones se incluyen aditivos especiales que afectan de manera notable algunas de sus cualidades primarias, como el tiempo de fraguado y la resistencia mecánica. El concreto fresco tiene una consistencia muy fluida y plástica, lo que permite moldearlo fácilmente para formar una cantidad casi ilimitada de formas, ajustándose perfectamente a las especificaciones y necesidades de cada proyecto. La mezcla de barril naranja inicia un proceso químico de hidratación y se endurece durante los próximos días hasta convertirse en un bloque denso y sólido, similar en dureza a la roca natural, justo lo que necesita para que su construcción dure. Además de su conocida capacidad de retención en estado fresco, el material también presenta una naturaleza dieléctrica de aislamiento térmico que proporciona ahorros de energía durante la nueva vida de los edificios, y muestra un comportamiento sobresaliente frente a agresores como

la intemperie, la corrosión u otros agentes agresivos, e incluso frente a condiciones climáticas extremas, asegurando una vida útil prolongada en una amplia variedad de condiciones climáticas y de uso (Vargas, 2024).

Pero también es innegable que el concreto, como cualquier material de construcción, responde de manera sensible y seria a la multitud de condiciones ambientales cambiantes que lo rodean. Se ha encontrado que este material se contrae considerablemente cuando disminuye la temperatura, pero, en cambio, se expande de forma sustancial cuando la temperatura aumenta significativamente. Si bien estas variaciones térmicas son intrínsecas, también pueden provocar un efecto directo y considerable sobre su desempeño mecánico, así como sobre la estabilidad global de las estructuras en las que se incorpora. Además, el concreto tiende a ser algo más susceptible que otros materiales de construcción a la acción de ciertos agentes químicos agresivos que, con el tiempo, pueden dañar y disminuir sus propiedades físico-químicas, especialmente cuando las medidas preventivas no se aplican con la rapidez suficiente para protegerlo. De manera similar, este material tiene una resistencia limitada a la tracción y, si se mantienen esfuerzos de tracción que superen sus límites, se agrietará y fallará.

Figura 1

El concreto



Nota. Tomada de (Vargas, 2024).

Por lo tanto, el concreto se acerca a los principios básicos, respondiendo de manera reactiva a los cambios en las condiciones ambientales que son propiedades intrínsecas de la composición del propio concreto. A pesar de todas las limitaciones intrínsecas con las que naturalmente cuenta, el concreto sigue siendo un elemento esencial y básico en los procesos de construcción y edificación a nivel global debido a su versatilidad, su resistencia mecánica y su notable capacidad para adaptarse prácticamente a cualquier circunstancia o condición. Sin embargo, hay que considerar todos los elementos externos, además de los internos, que provocarán este desgaste y harán que falle antes o después.

2.2.1.1 Las propiedades del concreto

El concreto es un material cuyas propiedades son esenciales para comprender en profundidad su desempeño en todo tipo de aplicaciones. Por supuesto, estas características no aparecen de manera aislada, sino que son mutuamente dependientes y sus respuestas pueden relacionarse directamente con la composición particular de una mezcla, así como con las condiciones específicas del sitio que afectan el proceso de curado. El curado, que es el proceso de mantener la humedad en el concreto durante un período determinado y controlado, es uno de los factores más cercanos que influyen en este método de concretado para que complete su resistencia y el desempeño, cumpliendo con lo que requiere cada proyecto (Quispe, 2024).

De este modo, cuando se selecciona una mezcladora de concreto para su uso en una aplicación específica, es indispensable conocer en detalle todas estas características, ya que el mejor desempeño y la calidad final definitiva del trabajo dependerán casi por completo de dicha elección. Elegir la mezcla adecuada dista mucho de ser sencillo o fácil, dado que cada proyecto de construcción tiene una necesidad única de concreto que no se limita simplemente a ciertas propiedades únicas, como mayor resistencia estructural, durabilidad mejorada cuando se somete a entornos agresivos o corrosivos, o una trabajabilidad superior que permita un colocado y acabado del material más fáciles durante las actividades en el sitio (Ponce, 2024).

El concreto en estado plástico o fresco presenta un aspecto y un comportamiento peculiares que difieren sustancialmente de los del concreto endurecido. En su condición fresca, el concreto parece ser un material moldeable y dúctil que puede modelarse y diseñarse fácilmente de la manera que necesites para distintas tareas de construcción. Esta etapa es especialmente importante, ya que el concreto debe manipularse de modo que sus materiales constituyentes no se segreguen, lo que garantiza que la mezcla sea homogénea y uniforme en toda su extensión.

Cuando el concreto está completamente curado y fraguado, se convierte en una masa dura, firme y muy sólida capaz de soportar esfuerzos, cargas y diversas deformaciones. Esto cambia mucho: la connotación de transitar por los estados líquido y sólido es exactamente lo que inicia el núcleo, en cierto sentido componente vital de toda la construcción contemporánea; desde edificios hasta el pavimentado de carreteras, infraestructura y otros. El concreto endurecido está compuesto por un conjunto de propiedades mecánicas específicas del material que le permiten resistir adecuadamente las cargas y los esfuerzos a los que, a lo largo de su vida útil, será sometido, garantizando la solidez a largo plazo de las estructuras construidas con este material (Guzmán & Reyes, 2024).

1) Propiedades en estado fresco

Las propiedades en estado fresco son primarias y determinan la forma en que este material cumplirá su función principal, por un lado en relación con el proceso de construcción y, por otro, con las demás obras de edificación, en general. Las propiedades mencionadas caracterizan y condicionan el comportamiento del concreto antes de ingresar en un complejo proceso químico, conocido como fraguado y endurecimiento, que es esencial para lograr sus características mecánicas. Es especialmente en esta etapa inicial, mientras el concreto aún es plástico y moldeable, cuando se determinan factores críticos que afectarán directamente la calidad final de la estructura después de haber sido construida. De hecho, las propiedades que brinda el concreto en su estado fresco son

predominantemente las responsables de la trabajabilidad, la facilidad de colocación y el acabado en la superficie del concreto endurecido; por lo tanto, el control y manejo adecuados relacionados con estas características son esenciales para lograr la durabilidad, resistencia y apariencia deseadas de cualquier elemento estructural o arquitectónico que se construya (Bedoya et al., 2022).

Las principales propiedades que se deben considerar son las siguientes:

- **Trabajabilidad**

La trabajabilidad indica la facilidad con la que el concreto puede mezclarse, colocarse y acabarse en todas las etapas sin permitir que los componentes del concreto se segreguen ni perder la homogeneidad inicial de una tanda recién preparada durante la aplicación. Este acondicionamiento afecta la distribución y la dinámica de los componentes principales del concreto, que deben dispersarse uniformemente y mantenerse homogéneamente distribuidos a lo largo de todo el proceso con el fin de garantizar un desempeño constante entre parámetros (Suárez et al., 2025).

La trabajabilidad no sólo depende de la consistencia o fluidez de la mezcla sino que está profundamente influida por la granulometría y proporciones de los agregados y por la relación agua-cemento introducida en la mezcla. Para obtener un material final que se ajuste estrictamente a los requisitos deseados de resistencia y durabilidad a largo plazo son necesarias mezclas de concreto bien proporcionadas y trabajables. La falta de buena trabajabilidad plantea grandes desafíos en el vertido y la terminación del concreto, que con el tiempo pueden comprometer la integridad y el desempeño de la estructura durante su vida útil, poniendo en riesgo su seguridad o funcionalidad (Cardenas, 2024).

Tabla 2

Niveles de trabajabilidad

Tipo de Consistencia	Medición de Slump (asentamiento)	Nivel de Trabajabilidad
Seca	Entre 0" y 2"	Poco trabajable
Plástica	Entre 3" y 4"	Trabajable
Fluida	Más de 5"	Muy trabajable

Nota. Tomada de NTP 339.114.

El ensayo de asentamiento es un método común y básico para evaluar la consistencia del concreto fresco; es decir, mide cuánto fluirá (deformará) el concreto bajo carga. Este ensayo actúa como una métrica esencial que describe la trabajabilidad del concreto, que es qué tan fácil puede manipularse y transportarse durante el montaje de los encofrados sin perder la estabilidad interna. El ensayo de asentamiento se realiza midiendo la deformación causada a una muestra de concreto cuando se retira un molde metálico cónico, también llamado molde de asentamiento. Sin embargo, debe tenerse cuidado al interpretar este valor del ensayo; no puede tratarse como una medida directa de la resistencia mecánica o la tenacidad del propio concreto endurecido, sino más bien como una medida indirecta de la trabajabilidad o la fluidez (como medición práctica útil durante la construcción en obra) (Osorio, 2023).

Figura 2

El asentamiento



Nota. Tomada de (Vargas, 2024).

- **Consistencia**

Es el proceso que requiere apenas unos momentos con los que el concreto recién mezclado puede ser manipulado y trabajado. Esta propiedad es intrínseca y exige considerarse al controlar qué tan fácilmente se puede colocar el concreto, luego esparcirlo y, por último, compactarlo hasta su posición final en la estructura. La consistencia puede

determinarse mediante una evaluación visual, como el modo en que la mezcla fluye o se comporta al verterse, y también mediante pruebas específicas y detalladas, como el famoso cono de Abrams. Esta prueba, al igual que un estándar de aprobación para la fluidez y la viscosidad, permitirá cuantificar el índice de cómo la mezcla fresca se licúa o se espesa, aportando datos importantes que necesitamos, ya que este material debe compactarse adecuadamente en moldes o encofrados, asegurando la distribución homogénea y la uniformidad de todos sus componentes. Una consistencia tan óptima como sea posible hace que el concreto sea muy fácil de colocar y le permite adaptarse a las superficies de contacto, pudiendo cubrir todas las estructuras sin dejar huecos, vacíos o poros que pudieran comprometer la integridad y la durabilidad del elemento construido (Marquina, 2023).

- **Tiempo de Fraguado**

Es el período de tiempo requerido para que la mezcla de concreto, que al principio existe como una masa plástica, trabajable y moldeable, se transforme lentamente en una sustancia sólida, rígida y no deformable. El lapso de tiempo cuya duración se describe en "horas" representa un momento esencial y determinante, ya que se refiere al inicio de un cambio de características físicas en el concreto; a partir de ese instante, comenzará a endurecerse progresivamente y a alcanzar su resistencia mecánica correcta para cumplir su función estructural. Recuerda: el tiempo de fraguado no es un número absoluto, sino que varía considerablemente según otros factores ambientales y de composición. Por esta razón, para determinar parámetros y normas técnicas específicas para el control de una evolución predecible con respecto al proceso de transición desde el estado fresco y plástico (hasta 24 horas) hasta alcanzar un estado sólido y resistente (después de 28 días), de manera contextual, según lo recomendado por la normativa de construcción. Ellos son los que regulan y supervisan este fenómeno en beneficio tanto de nuestro trabajo como del de los demás, a fin de mantener la calidad y durabilidad del concreto indicado en la NTP 399.602 (2002).

Antes de que puedas verter el concreto, es muy importante que los encofrados o formaletas primero se rocíen por su superficie interior con un agente desmoldante adecuado para evitar que el concreto se adhiera demasiado a las paredes internas del molde y para permitir su fácil desencofrado posteriormente. De manera similar, al preparar muestras de concreto para ensayos de resistencia, el material debe colocarse en capas de espesor uniforme y trabajarse correctamente para asegurar propiedades posteriores al curado homogéneas de acuerdo con las normas vigentes. Después de moldear cilindros o probetas de concreto, deben dejarse en reposo durante un tiempo específico en un lugar protegido, libre de golpes y vibraciones o de cualquier otra interferencia externa que pudiera modificar los efectos del curado según su naturaleza. Una vez que haya transcurrido este primer tiempo de curado necesario, que típicamente es de alrededor de un día, con un margen de ± 8 horas; debe tenerse cuidado al retirar las formaletas, pues solo debe realizarse cuando el concreto alcance el endurecimiento y la resistencia suficientes como para pasar con cuidado a otras etapas del proceso de construcción (Quispe & Hancco, 2025).

2) Propiedades del concreto en su fase final de endurecimiento

Después de que el concreto se seca y se cura después de un proceso de curado detallado, muestra una serie de atributos importantes que determinan su acción y eficiencia en muchos usos estructurales. De todos estos factores, probablemente los más importantes y determinantes son la resistencia a la compresión, un valor básico y repetible de la propiedad muy relacionado con el propio concreto que mide su resistencia frente a fuerzas que actúan en dirección perpendicular a la gravedad. Esta propiedad es especialmente y con razón importante porque, en general, la compresión es la fuerza que actúa sobre elementos estructurales como columnas, muros y losas. Dichos elementos se dimensionan/diseñan de acuerdo con el peso propio de la estructura y con cargas externas variables, debido a las cuales pueden cargarse durante la vida útil de las estructuras (Cuyo & Yngles, 2024).

❖ **La resistencia compresión**

La resistencia a compresión básicamente depende de la proporción de agua y cemento en la mezcla de concreto (f´c). En este sentido, la relación A/C es uno de los parámetros más importantes y decisivos; en general, como regla práctica, cuanto menor sea la cantidad de agua en relación con la cantidad de cemento, mayor resistencia final podremos obtener de nuestro concreto siempre que se garantice una trabajabilidad adecuada para una correcta colocación y la posterior compactación. Esta es la razón por la cual, si hay demasiada agua en la mezcla, se diluye la pasta de cemento y, una vez que se solidifica, puede provocar una caída importante en la resistencia del concreto. El primer aspecto destacable es que la cantidad de agua debe ser suficiente para promover la reacción de hidratación del cemento, que es un punto clave para desarrollar y consolidar las propiedades mecánicas y la resistencia del material, ya que cuando no se hidrata de manera adecuada, el concreto no alcanza su capacidad estructural última (Cuyo & Yngles, 2024).

Figura 3

Ruptura de briqueta



Nota. Tomada de (Cárdenas, 2020).

Aunque la relación agua–cemento es un factor fundamental que determina las propiedades iniciales del concreto, no tendría ningún significado real sin un tiempo de curado adecuado, que desempeña un papel absolutamente clave y determinante en el desarrollo gradual y el aumento de su resistencia final. El curado se trata de mantener condiciones bajo supervisión de temperatura constante y humedad relativa para el cemento, de modo que la hidratación continúe realizándose de manera adecuada y eficiente durante un período específico. Esto ayuda a que el concreto adquiera lentamente y de forma segura resistencia y dureza. Un curado inadecuado: demasiado corto o realizado de maneras inapropiadas, o, por el contrario, un curado excesivamente acelerado, pero mediante medios no adecuados, puede impedir la formación de una estructura cristalina interna apropiada, uniforme y adecuada en el concreto. Este marco es importante para dotar al material de la capacidad de resistir y hacer frente a las cargas y tensiones que experimentará durante su vida útil. Por lo tanto, es esencial seguir un proceso de curado preciso y válido de acuerdo con las instrucciones de tiempo o condiciones, para que el concreto consiga la resistencia y durabilidad más elevadas, como se prevé en las estructuras diseñadas (Ruiz, 2024).

- **Resistencia a flexión**

Otra característica fundamental y de primera calidad, así como la propiedad que posee el concreto endurecido, es su resistencia. La resistencia a flexión comprende características intrínsecas del objeto, que son favorables para resistir la tensión de manera horizontal o vertical causada por una deformación debida a cargas aplicadas periódicamente. En cuanto a elementos estructurales esenciales como vigas, puentes, losas y componentes similares que están sometidos no solo a cargas de compresión vertical, sino también a cargas que generan momentos flectores y causan tensiones en algunas secciones del elemento, mientras que otras se encuentran simultáneamente bajo tensión compresiva, esto se vuelve especialmente importante. Se relaciona directamente con la composición y el dosificado de los ingredientes del concreto, especialmente si se

refiere al volumen, tamaño, forma y tipo de agregado (grueso o fino), al desempeño intrínseco del cemento utilizado y, por lo general, conocido como resistencia inicial, mediante control de calidad en todas las etapas de curado, influyendo en la evolución de las propiedades finales (Ruiz, 2024).

El hormigón resiste mucho más la compresión que la flexión. En otras palabras, puede soportar fuerzas enormes cuando se aplican perpendicularmente, pero es muy débil en flexión. Para aumentar la resistencia se añaden refuerzos como varillas de acero o mallas de refuerzo para resistir las tensiones y distribuir las cargas de manera más uniforme y evitar que el concreto se rompa o agriete bajo flexión (Jara & Espinoza, 2024).

Figura 4

Ruptura de vigas



Nota. Tomada de (Cárdenas, 2020).

2.2.1.2 Componentes del concreto

Material de construcción fundamentalmente formado por varios ingredientes que, al ser combinados de manera precisa y en las proporciones adecuadas, le permiten desarrollar sus características esenciales. Los principales componentes del concreto son el cemento, los agregados (como la arena y la grava), el agua y, en algunos casos, los aditivos. Cada uno de estos componentes influye de manera decisiva en el comportamiento final del concreto cuando éste se ha mezclado y endurecido. A continuación, vamos a ver en detalle el papel de cada uno de estos componentes:

1) Cemento

En sus primeros días, el Perú dependía en gran medida del cemento obtenido de varios países europeos para responder al intenso y diverso crecimiento de la demanda en el territorio nacional relacionado con el sector de la construcción. Sin embargo, a partir de aproximadamente 1915, una vez que las principales empresas extranjeras de construcción comenzaron a asentarse trayendo consigo todo el saber hacer y la tecnología avanzada asociados a ellas y aplicaron su experiencia en el país, no solo la industria comenzó aquí en serio, sino que también todo el panorama del sector interno de la construcción empezó a transformarse. Justo en ese momento, la producción nacional de cemento comenzó en el Perú, proporcionando los grados progresivos de independencia y autosuficiencia del cemento producido en esta materia prima clave y estratégica para la fabricación directa, esencial para el desarrollo de las obras de construcción en distintas áreas (Cordova & Roman, 2025).

El cemento es una combinación completa de diversos materiales que dan como resultado una sustancia, una pasta plástica con una maleabilidad increíble una vez que se mezclan. Esta combinación es bastante adaptable, lo que permite moldearla, trabajarse y comprimirse con cierta facilidad, lo que significa que resulta deseable para muchas tareas y usos diversos dentro del mercado de la construcción. Una de las características más valoradas y apreciadas por profesionales y usuarios es la capacidad del cemento para adaptarse y transformarse de acuerdo con las necesidades particulares de un proyecto. Pero ni esta naturaleza maleable y flexible, ni la esperanzadora plasticidad de la educación progresiva, son eternas o inagotables. En pocas horas, dependiendo de las condiciones externas, la pasta inicia un proceso de curado irreversible. Gradualmente, esto endurece la masa blanda improvisada hasta convertirla en un material sólido de tipo cristalino y rígido que pierde su flexibilidad. Al endurecerse, el cemento se transforma en una masa compacta de sólido que no solo comienza a fraguar y a madurar sus cruciales características mecánicas; es decir, las resistencias físicas relevantes a muchos tipos de

cargas, esfuerzos y tensiones que las estructuras dadas deben soportar (Jara & Espinoza, 2024).

El cemento se utiliza como material de construcción y es conocido principalmente por su capacidad para actuar como un aglutinante eficaz; una sustancia que presenta un comportamiento en el que tiene una alta afinidad por el agua y, una vez mezclada con ella, forma una pasta homogénea y manejable que puede trabajarse, verterse, moldearse y elaborarse de acuerdo con la necesidad específica de cada proyecto. Este aglutinante esencial se obtiene mediante un proceso industrial de varios pasos llamado calcinación, que típicamente ocurre alrededor de los 1300 °C bajo condiciones atmosféricas estrictamente definidas para producir un producto final de calidad. Las principales llamadas materias primas en este proceso son rocas naturales, principalmente caliza, arenisca y arcilla, que primero deben triturarse y armonizarse a un tamaño adecuado (mezcladas si es necesario) para su posterior exposición a tal calor excesivo dentro de un horno diseñado de manera apropiada, capaz de resistir condiciones térmicas tan severas (Coral, 2024).

Durante esta calcinación de alta temperatura, ocurre una transformación química altamente compleja dentro del horno industrial, en la que uno de sus productos principales se conoce como clinker: pequeños gránulos o diminutas partículas sólidas con una consistencia extremadamente dura y densa. Luego, esa piedra caliza, la arcilla, la arena y el hierro se calientan hasta formar un material llamado clinker que, ciertamente, no es un producto final listo para usarse, sino que necesitará un procesamiento adicional cuidadosamente completado antes de que sea adecuado. Después de formar minuciosamente el clinker, se tritura y se muele hasta que se convierte en un sólido pulverizado muy fino y homogéneo, típicamente de aspecto verdoso, que se conoce ampliamente como cemento. A este polvo finamente molido, necesario para la construcción, se le añade una cantidad ultra precisa de yeso; su tarea principal es regular el proceso de fraguado, es decir, la velocidad y el tiempo en que el cemento inicia su fase de endurecimiento después de mezclarse con agua, donde crea la resistencia suficiente

en uso práctico para cumplir de manera segura y estable con sus requerimientos y propiedades (Coral, 2024).

2) Agregados

Los agregados constituyen la parte más resistente del concreto, y por lo general son elementos inorgánicos que conforman una proporción significativa de la mayoría de las mezclas para ocupar espacio y mejorar las propiedades mecánicas. Estos agregados se dividen naturalmente en dos categorías principales, específicamente distintas; por un lado, está el agregado fino (o arena) y por otro, el agregado grueso (incluye grava o piedra triturada). Los finos brindan uniformidad a la mezcla y aumentan la trabajabilidad, haciendo más fácil su manipulación y colocación. Con los agregados gruesos aportando la mayor parte de la resistencia del concreto, proporcionan muchas capacidades estructurales significativas, lo que lo hace adecuado para cargas grandes bajo fallas estructurales de colada y de unión. Además de las ventajas mecánicas, los agregados también son de gran importancia en la reducción de los precios de elaboración del concreto, ya que son mucho más baratos y, en su mayoría, están disponibles en la naturaleza. Esta característica es de suma importancia, ya que es un factor determinante para que el concreto final tenga propiedades adecuadas como resistencia, durabilidad y estabilidad a largo plazo; por lo tanto, deben seleccionarse con gran cuidado y atención, prestando especial atención a evitar materiales contaminantes o aquellos que contengan algunas impurezas que podrían comprometer el desempeño y la integridad de la pieza de fabricación (Duran, 2024).

- **Agregados finos**

Son aquellos que tienen un tamaño de partícula pequeño, generalmente inferior a 5 mm, y se componen principalmente de arena. Este tipo de agregado cumple varias funciones en el concreto, entre ellas:

- Mejorar la trabajabilidad: Los agregados finos ayudan a darle una textura más uniforme a la mezcla y facilitan su manipulación, transporte, colocación y acabado, sin que se pierda la cohesión de la mezcla.
- Reducir la cantidad de agua necesaria: Al ser más pequeños y estar más cercanos entre sí, los agregados finos permiten que el agua se distribuya de manera más eficiente, lo que puede ayudar a reducir la cantidad total de agua en la mezcla, mejorando así la relación agua-cemento.
- Aportar resistencia y durabilidad: Aunque los agregados finos por sí solos no son los principales responsables de la resistencia del concreto, su calidad influye en la resistencia global de la mezcla. Si la arena utilizada es de buena calidad y está libre de impurezas, contribuye a la formación de una pasta más fuerte y densa.

Es crucial que los finos deben ser exentos de arcilla y estar limpios, polvo u otros materiales orgánicos, ya que estos pueden afectar negativamente el proceso de hidratación del cemento, reduciendo la resistencia y durabilidad del concreto (Duran, 2024).

- **Agregados gruesos**

Los agregados gruesos son aquellos con un tamaño de partícula mayor, generalmente superior a 5 mm, y están compuestos principalmente de grava, piedra triturada o cantidades pequeñas de rocas. Los agregados gruesos son indispensables para proporcionar la resistencia estructural del concreto. Sus principales funciones incluyen:

- Aportar volumen y resistencia: Los agregados gruesos forman la mayor fracción del volumen del concreto, y su resistencia es fundamental para que el concreto pueda soportar grandes cargas sin fracturarse. Estos agregados, al ser más grandes, distribuyen las tensiones de manera más uniforme a través de la mezcla.
- Mejorar la estabilidad: Al ser más grandes y menos móviles que los agregados finos, los agregados gruesos proporcionan una mayor estabilidad a la mezcla, reduciendo el riesgo de que el concreto se agriete o colapse bajo presión.

- Reducción de costos: Los agregados gruesos son, en su mayoría, más baratos que el cemento, y al ser utilizados en grandes cantidades, ayudan a reducir el costo de producción del concreto.

Al igual que los agregados finos, los agregados gruesos deben ser seleccionados cuidadosamente para garantizar que estén libres de impurezas como arcilla, polvo, materiales orgánicos o sustancias que puedan afectar la adhesión del cemento. Además, deben tener una forma regular y una textura adecuada que favorezca una adhesión adecuada con la pasta de cemento (Duran, 2024).

3) Agua

El agua es otra parte químicamente indispensable e indispensable en la producción de concreto, ya que es este elemento el que activa y pone en marcha la reacción en cadena entre el cemento y los demás componentes con los que se mezcla el concreto. Cuando el agua se mezcla con el cemento, comienza un complejo proceso llamado hidratación, que da lugar a la mezcla original, presentada como una materia plástica, manejable y fluida, que se endurece gradualmente hasta convertirse en una masa sólida, compacta y altamente resistente. Tener una cantidad específica de agua, rigurosamente controlada, es extremadamente importante, ya que demasiada agua significa que el concreto final será poroso y débil en comparación con lo que podría haber sido, mientras que una cantidad insuficiente provoca complicaciones al mezclar y trabajar con el material y, además, influye negativamente en la homogeneidad y la cohesión. Además, la calidad del agua utilizada es un factor importante que afecta todo este proceso: debe ser totalmente limpia, pura y libre de cualquier tipo de contaminantes o impurezas, todas las cuales podrían afectar la reacción normal de fraguado que ocurre para establecer la durabilidad y el desempeño del concreto una vez que se haya curado/endurecido conforme a su resistencia final de diseño (Alanya & Zambrano, 2023).

2.2.2 Cenizas de cascaras de huevos

Las cáscaras de huevos representan entre el 9% y el 12% del peso total de un huevo entero. El elemento principal es una estructura compleja y intrincada, hecha en gran medida de calcio, que crea un "esqueleto" orgánico casi increíblemente fuerte y, a la vez, ligero. Dado que esta estructura mineralizada proporciona una barrera física sólida y eficaz frente a agentes exógenos adversos, incluidos microorganismos o golpes mecánicos, constituye por tanto una interfaz protectora esencial y fundamental desde las primeras etapas del desarrollo completo del embrión hasta la formación posterior del huevo, permitiendo así que el embrión de vertebrado crezca de forma segura en un entorno estable (Tello, 2022).

El 95 % de la composición de la cáscara de huevos es carbonato de calcio (CaCO3). Es importante en la naturaleza, ya que las industrias lo utilizan por sus características. Sin embargo, la cubierta del huevo también aporta otros minerales, aunque en menor medida, como el carbonato de magnesio y el fosfato tricálcico. Estos otros minerales desempeñan papeles menos importantes, pero no por ello menos esenciales, en la estructura y las características de la cáscara (Reyes, 2019).

Figura 5

Cascaras de huevo



Nota. Tomada de (Reyes, 2019).

Es muy interesante que el carbonatos de calcio (CaCO3), que se encuentra en grandes cantidades en la cáscara de los huevos, es muy importante fuera de la biología. Este elemento se encuentra muy presente en la elaboración de materiales como el vidrio o el cemento, lo que demuestra su importancia no sólo en el mundo animal sino también en el mundo industrial. En conclusión, la cáscara no sólo es importante para la biología del huevo, sino que sus componentes tienen importantes usos en la industria actual (Leon, 2020).

- **Las cenizas de cascara de huevos**

Generalmente, la ceniza de cáscaras de huevos es el sólido remanente después de que las cáscaras de huevo se queman o incineran a altas temperaturas. Este proceso de combustión se lleva a cabo a una temperatura estrictamente regulada (generalmente por encima de 800 °C) para permitir la eliminación completa de toda la materia orgánica de la cáscara, dejando únicamente compuestos minerales inorgánicos. La cáscara de huevos está compuesta principalmente de carbonatos de calcio($CaCO_3$), que, en condiciones en las que se calienta, conserva una notable reacción química y que actúa como un catalizador de calor extremo. Al calentarse, el carbonato de calcio sufre una reacción de descomposición para formar óxido de calcio(CaO) y dióxido de carbono gaseoso (CO_2), que se libera durante el proceso (Bermudez, 2022).

Este proceso de transformación no solo modifica la estructura química del material, sino que también cambia sus propiedades, dando lugar a una sustancia que es más fácil de manipular y aplicar en diversos campos. Las cenizas de cáscara de huevo que se producen en este proceso son ricas en calcio y, por lo tanto, poseen diversas propiedades valiosas para su uso en la industria y la agricultura. Estas cenizas, por su riqueza en calcio, son valoradas principalmente para la mejora de suelos, como enmienda agrícola, y también tienen usos en la creación de materiales constructivos, como el cemento, entre otros usos industriales (Vasquez, 2022).

Las cáscaras de huevo antes de ser incineradas, están compuestas mayoritariamente por carbonatos de calcio ($CaCO3$) que representa alrededor del 95% de su estructura. Después de la combustión, el carbonato de calcio se descompone en óxidos de calcio (CaO) y dióxidos de carbono ($CO2$). Estas cenizas pueden contener también vestigios de otros minerales presentes en menor cantidad en la cáscara, como fosfatos, magnesio y otros elementos. En las cáscaras de huevo, cuando se calientan a temperaturas muy altas, el carbonato de calcio que hay en la cáscara se descompone según la siguiente reacción química:

$$CaCO3 \rightarrow^{calor} CaO + CO2$$

El elemento principal de las cenizas de cáscara de huevo es el óxido de calcio (CaO), que tiene una gran capacidad de reaccionar con agua para formar hidróxido de calcio($Ca(OH)2$), también conocido como cal hidratada. El óxido de calcio (CaO), que constituye la mayor parte de las cenizas, tiene una serie de propiedades que lo hacen útil en diversos procesos industriales. Cuando el óxido de calcio se combina con agua, forma hidróxidos de calcio ($Ca(OH)2$), una sustancia que tiene propiedades cáusticas y que se utiliza en una variedad de procesos, desde la purificación de agua hasta la fabricación de cal para la construcción (Elias, 2022).

Figura 6

Las cenizas de cascara de huevo



Nota. Tomada de (Elias, 2022).

Las cenizas de cáscaras de huevos también tienen un beneficio ambiental. Su reutilización contribuye a reducir los desechos orgánicos e inorgánicos. Las cáscaras de huevo pueden dejar de ir a la basura y convertirse en un recurso que ayude a cerrar ciclos de desperdicio, favoreciendo la economía circular. Este proceso de reutilización no solo disminuye el impacto ambiental, sino que también ofrece soluciones sostenibles para diversas industrias (Elias, 2022).

2.2.2.1 Uso de la ceniza de cáscara de huevo

Durante años se han estudiado las diferentes aplicaciones del polvo fino de cáscara de huevos para evitar que se tiren y aprovechar sus propiedades. Este tipo de estudio se ha vuelto cada vez más importante, pues el tratamiento de los residuos es un problema que enfrentan muchas industrias. La cáscara de huevo, usualmente desechada, es de gran utilidad y se puede aplicar en diversas áreas, desde la nutrición hasta la construcción (Diaz, 2023).

Uno de los principales usos que se le ha dado a la cáscara de huevo es como suplemento alimenticio, ya que es una fuente rica en calcio, mineral necesario para el buen funcionamiento del organismo y para mantener los huesos sanos. Su incorporación a la alimentación humana o animal, en cantidades controladas, puede ser una forma de fácil acceso, y natural, de fortalecer la ingesta de dicho nutriente. Además, al ser barata y estar disponible, constituye una alternativa económica y sostenible a otras fuentes de calcio más costosas.

Otro de los mejores usos que se le puede dar a las cáscaras de huevos, sobre todo en forma de ceniza, es como fertilizante orgánico. Se puede utilizar para enriquecer el suelo, gracias a su contenido en calcio y otros minerales, mejorando el pH y proporcionando nutrientes que ayuden al crecimiento de las plantas. Esto no solo evita el desperdicio de un subproducto que, de lo contrario, se descartaría, sino que también promueve prácticas agrícolas más respetuosas con la naturaleza y sostenibles (Rojas et al., 2025).

Por otra parte, el sector de la construcción también le ha echado el ojo a la cáscara de huevo, concretamente para hacer cemento. La creciente necesidad de materiales para la construcción y los altos costos de las materias primas convencionales han impulsado a los investigadores a buscar materiales más accesibles y sostenibles. La cáscara de huevos, por ser rica en calcio y poseer una composición similar al carbonato de calcio que se usa para fabricar cemento, resulta ser una alternativa viable y de bajo costo. De hecho, al mezclar ceniza de cáscara de huevos como aditivo o sustituto natural en el cemento se puede disminuir el costo de producción, obteniendo una alternativa más económica y ecológica (Vasquez, 2022).

La cantidad de ceniza de cáscara de huevos que se debe mezclar con el cemento dependerá del uso que se le quiera dar al concreto, pero por lo general no debe superar el 10% del peso del cemento. Ya que la proporción adecuada puede depender del tipo de estructura o resistencia que se necesite en el material final. También, la finura de la cascara tiene su efecto en el resultado de la mezcla. Cuanto más pequeñas sean las partículas de cáscara de huevos, más rápido reaccionarán con el agua, lo que puede alterar la adherencia de las partículas en la mezcla y el tiempo de fraguado del concreto. Esto implica que una mayor finura puede mejorar la compatibilidad de la cáscara con el resto de materiales y obtener una mezcla más homogénea y con mejores propiedades mecánicas.

En varias partes del mundo se encuentran realizando estudios con el fin de implementar la ceniza de cáscara de huevos en la elaboración del concreto en diferentes porcentajes y así determinar cuál es la mezcla perfecta que dé como resultado un mejor desempeño en resistencia e impacto ambiental. El empleo de las cenizas de la cáscara de huevo en la construcción no solo es una manera de disponer de los desperdicios sino una opción verde que facilita la reducción de la huella ecológica de los materiales de construcción convencionales como el cemento cuya producción consume mucha energía (Bedoya et al., 2022).

2.2.3 Escoria de acero

Subproductos sencillos de la fabricación de acero, o piedra de hierro que debe serlo, siempre producirán un producto residual, ya que la producción del acero es complicada y meticulosa. Este proceso tiene lugar de manera controlada, donde los minerales de hierro se convierten en acero, y los pasos adicionales pueden implicar la eliminación o separación de una serie de impurezas/contaminantes/elementos no deseados, lo que da como resultado un producto final con una pureza mejorada de forma significativa. Así, la combinación y fusión de estos materiales bastante impuros con otros compuestos químicos específicos facilita la formación de escoria, como cal (CaO), dolomita (MgO), agentes desoxidantes y agentes fundentes (Campoverde & Torres, 2024).

Estos compuestos, en particular el óxido de calcio-(CaO) y el óxido de magnesio-(MgO), se emplean durante la combinación del hierro en los altos hornos o los convertidores para atrapar e neutralizar las impurezas del mineral de hierro. Estas impurezas, que contienen elementos como el azufre, el fósforo y el silicio, se mezclan con los aditivos y forman un material que es más ligero que el acero, que flota sobre el metal fundido y que se separa del producto final. Esa materia flotante, que resulta ser la escoria, se retira y se trata como un subproducto (Ramos & Torres, 2024).

Figura 7

Escorias de acero



Nota. Tomada de (Chiroque & Medina, 2025).

Es importante destacar que la escoria no es solo un residuo sin valor; de hecho, su composición química varía dependiendo de la técnica utilizada para producir el acero y de los materiales específicos empleados en el proceso. La escoria contiene principalmente compuestos como el óxido de calcio, el óxido de magnesio, silicatos, y otros minerales que, aunque inicialmente son considerados desechos, en realidad poseen una serie de propiedades útiles para diversas aplicaciones industriales (Jara & Espinoza, 2024).

En pocas palabras, la escoria de acero es una especie de "capa" que se genera al producir acero y que ayuda a limpiarlo, pero a su vez, es una mezcla de elementos que pueden ser aprovechados para otras aplicaciones fuera de la metalurgia. Esto hace que la escoria no sólo sea un material de desecho, sino también un material de valor, que puede ser utilizado para la construcción y otras industrias (Chiroque & Medina, 2025).

La escoria de acero es un subproducto de la producción de hierro y acero, de acuerdo con la norma ASTM. La escoria de acero normalmente es una consecuencia del proceso productivo de estos metales, que se separa como residuo de los materiales no metálicos. Es un material compuesto por mezclas de óxidos y de silicatos que proceden de las impurezas del mineral de hierro y del coque con que se produce el acero y de los elementos que se agregan en la afinación y aleación (Ochoa & Ochoa, 2023).

2.2.3.1 Propiedades químicas de la escoria

Las propiedades y los usos posibles de las escorias dependen de su composición química. Por lo general esta composición se determina mediante sofisticados análisis elementales como la fluorescencia de rayos X que permite identificar los elementos que componen la escoria y la proporción en que están presentes. Las escorias se presentan comúnmente como óxidos simples, es decir, una combinación de oxígeno con un único metal. Los principales óxidos que se encuentran en las escorias de acero son el óxido de calcio (CaO), el óxido de magnesio (MgO), el óxido de silicio (SiO2), el óxido de aluminio (Al2O3) y el óxido de hierro (FeO), los cuales en conjunto determinan las propiedades (Chili, 2023).

En general las escorias de las acerías siguen ciertos rangos químicos y patrones predecibles, pero no todas las escorias son iguales ni aptas para los mismos fines. La composición exacta de la escoria puede variar considerablemente dependiendo de una serie de factores, por lo que no todas las escorias generadas en los distintos procesos de fabricación de acero son adecuadas para las mismas aplicaciones. Esto se debe principalmente a que los procesos siderúrgicos involucran diferentes combinaciones de materiales y condiciones operativas, que tienen un impacto en la naturaleza del subproducto final (Velandia & Amaya, 2024).

Uno de los aspectos más básicos, pero absolutamente relevantes que afectan directamente tanto a la naturaleza química como física de las escorias es, sin duda, la particular tecnología de fabricación del acero aplicada en cada caso. En función del proceso técnico específico mediante el cual se procesa ya sea en el horno de arco eléctrico, en el alto horno o directamente en el convertidor de oxígeno, esta escoria diferirá considerablemente no solo en su composición y en la proporción de compuestos químicos presentes en su estructura. Cuando se utiliza en el horno de arco eléctrico, tiende a producir una escoria con un mayor contenido de óxido de magnesio (MgO), lo cual se debe principalmente a los materiales y a las materias primas empleadas a lo largo de este proceso, así como a las condiciones de operación que predominan en este tipo de horno. Por el contrario, el otro sistema (alto horno) se basa en principios y condiciones totalmente diferentes, generando escorias con contenidos mucho más altos de óxidos de calcio-(CaO) y de sílice-(SiO2), que ponen de manifiesto las particularidades químicas y los fenómenos de reacción de un sistema típico de producción de acero. (Ramos, 2024).

También, la forma de enfriamiento es muy importante para la formación de la escoria. En el proceso de enfriamiento, si se enfría rápidamente la escoria (como cuando se deja caer en el agua) puede producirse una forma amorfa o vítrea que tiene propiedades diferentes de las que se obtienen con un enfriamiento lento. Este enfriamiento lento favorece la cristalización de la escoria, cambiando sus propiedades, como su dureza y su poder de absorción. La forma mineralógica de las escorias, o sea, la disposición de los

cristales y la manera en que los diferentes compuestos se organizan dentro de la estructura, varía mucho según el enfriamiento y el proceso de fabricación del acero (Ramos, 2024).

Este comportamiento mineralógico es importante, ya que influye directamente en las propiedades reactivas de la escoria. En muchos casos, la escoria puede ser un muy buen material para su uso en la industria de la construcción, sobre todo en la elaboración de cemento o como material base para la construcción de carreteras. Pero, la variabilidad en la composición y la estructura mineralógica determina que tipo de escoria es adecuada para cada uso. Las escorias más cristalinas pueden presentar propiedades mecánicas y de durabilidad diferentes a las más amorficas (Condori & Chachaqui, 2024).

2.3 Marco conceptual

a.- Asentamiento: El asentamiento del concreto es la pérdida de volumen de la mezcla una vez que ésta ha sido vertida en el molde, provocada por la gravedad. Es un buen indicador de la trabajabilidad de la mezcla. Un buen asentamiento garantiza que el concreto sea fácil de manipular, transportar y colocar, sin que los materiales se segreguen.

b.- Concreto convencional: El concreto ordinario es una mezcla homogénea de elementos seleccionados para lograr ciertas propiedades mecánicas y de durabilidad, haciéndolo apropiado para diferentes usos en la construcción. La resistencia a compresiva es la característica más importante del concreto, el material más empleado en el mundo por su versatilidad, durabilidad y disponibilidad. Pero el concreto tradicional es altamente contaminante (por el cemento, responsable de emisiones de CO_2 que causan calentamiento global).

c.- **Cenizas de cáscara de huevo:** Son un subproducto agrícola generado durante la eliminación y tratamiento de cáscaras de huevos, que contienen una elevada concentración de calcio. Estas cenizas tienen propiedades puzolánicas, lo que significa que pueden reaccionar con los hidróxidos de calcio presente en el cemento para formar compuestos que mejoran la durabilidad y la resistencia del concreto. El uso de cenizas de cáscara de huevos como sustituto parcial del cemento en la fabricación de concreto se ha investigado por su capacidad para reducir el impacto ambiental de la producción de cemento, además de ser una opción económica debido a su disponibilidad como residuo agrícola.

d.- **Escoria de acero:** Subproducto de la fabricación de acero en altos hornos, constituido por minerales, óxidos metálicos y otras materias no metálicas. Esta escoria se ha ido utilizando cada vez más en la construcción como árido fino en morteros y hormigones. La escoria de acero es un material con propiedades que pueden mejorar la resistencia y durabilidad del concreto, ya que posee mayor resistencia compresiva y mejora las propiedades. Además, la escoria de acero recicla residuos industriales, disminuyendo la necesidad de explotar recursos naturales (arena).

e.- **Resistencia a compresión:** Es la propiedad del concreto y es una medida de su capacidad para soportar cargas sin fallar. Esta característica está influenciada por los materiales que componen la mezcla, la proporción de estos y las condiciones de curado. Se ha verificado que los materiales puzolánicos, como las cenizas de cáscara de huevo, mejoran la resistencia compresiva del concreto, ya que reaccionan con el hidróxido de calcio del cemento para formar compuestos más estables y duraderos.

f.- **Resistencia a flexión:** Es la capacidad del material para soportar cargas de flexión o doblado sin romperse. Esta característica es clave en estructuras donde el concreto está sometido a esfuerzos de flexión, como vigas, losas y puentes. La escoria de

acero, al sustituir parcialmente el árido fino, puede incrementar la resistencia a flexión del hormigón, ya que al ser más densa y poseer mejores características estructurales podría mejorar la cohesión y rigidez de la mezcla.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Procedimientos que los investigadores utilizan para llevar a cabo un estudio. Este enfoque expone la manera en que los datos se recopilan, organizan y analizan. Puede depender de las preguntas, el proyecto y los recursos disponibles, ya sean cuantitativos (datos numéricos) o cualitativos (fenómenos a través de experiencias y observaciones). Un buen método proporcionará validez, fiabilidad y conclusiones que puedan aplicarse; todo ello sin sesgos, asegurando únicamente métodos adecuados junto con los resultados (Alfonso et al., 2020).

3.1 Enfoque de la investigación

Investigación cuantitativa, este es un enfoque de investigación cuantitativa que depende en gran medida de la recopilación y el análisis de información numérica, cuyo objetivo es producir resultados que sean medibles, cuantificables y adecuados para un análisis estadístico complejo. Recopilación masiva y estructurada de datos para descubrir patrones reproducibles, asociaciones relevantes o tendencias verdaderas, a fin de proporcionar inferencias sólidas a nivel de toda la población basadas en el análisis de una muestra elegida de manera óptima. Para este propósito, el análisis utiliza técnicas estadísticas sofisticadas y modelos matemáticos, lo que permite interpretar los datos

correctamente de modo que los resultados encontrados sean imparciales, confiables, reproducibles y verificables en diversos escenarios. Este tipo de trabajo se aplica en muchos campos científicos: para confirmar predicciones derivadas de hipótesis sobre características específicas, para tomar mediciones precisas de múltiples variables o situaciones determinadas por una condición experimental y por su poder causal o efectos que expliquen fenómenos observables (Alfonso et al., 2020).

Tiene un enfoque cuantitativo porque se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos para evaluar el impacto de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en las propiedades del concreto convencional.

3.2 Tipo de investigación

El estudio aplicado tiene el propósito de abordar y resolver problemas específicos y prácticos aplicando conocimientos y teorías existentes. La investigación aplicada busca crear soluciones prácticas para problemas específicos. Este tipo de investigación se aplica en campos como la tecnología, medicina, ingeniería o ciencias sociales, donde los resultados se pueden aplicar de forma inmediata para mejorar procesos, productos o servicios en un contexto particular. En la investigación aplicada se utilizan métodos y técnicas de recolección de datos para medir la efectividad de las soluciones en el mundo real. Los hallazgos no solo enriquecen el conocimiento teórico, sino que también tienen aplicaciones prácticas. Además, este tipo de investigación es de naturaleza orientada a metas específicas y mensurables, lo que permite la toma de decisiones y la implementación de cambios con evidencia (Pimienta et al., 2018).

Es de tipo aplicado porque busca investigar y generar soluciones prácticas para un problema específico en la construcción del concreto convencional en el distrito de Cabanillas.

3.3 Nivel de investigación

El nivel explicativo busca entender, explicar las causas, los porqués de los fenómenos. Su objetivo es establecer dependencias causales entre variables, explicando no solo lo que sucede, sino por qué sucede. Este tipo de investigación profundiza en el análisis de las causas de un fenómeno, apoyándose en teorías y modelos anteriores para elaborar una explicación coherente. En este tipo de investigación los investigadores no sólo se limitan a narrar los acontecimientos, sino que intentan descubrir los mecanismos que los causan, en un proceso difícil y laborioso. Si bien este tipo de estudio ofrece ricas explicaciones, puede ser difícil generalizarlo a otras situaciones debido a lo localizado de los contextos estudiados (Pimienta et al., 2018).

Es de nivel explicativo porque busca entender y explicar las relaciones causales entre el uso de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en el concreto convencional y sus efectos en las propiedades de este material, como el asentamiento, la resistencia a compresión y la resistencia a flexión.

3.4 Diseño de la investigación

El diseño experimental es una forma de investigación para determinar relaciones de causa y efecto manipulando variables. En este diseño, el investigador ajusta una o más variables independientes para medir el efecto que tienen sobre las variables dependientes. Esta metodología hace más evidente si existe una relación causa-efecto, al manipular las demás variables que puedan influir en los hallazgos. Es ampliamente empleado en investigaciones científicas y experimentos en campos como la psicología, biología, medicina y educación. El diseño experimental se distingue por la aleatorización, la asignación controlada de grupos y la manipulación de variables, lo que reduce los sesgos y asegura la validez interna. Los experimentos pueden ser de laboratorio o de campo, según el lugar donde se realicen. Además, el diseño experimental hace posible la

replicación de los resultados y, por lo tanto, aumenta la fiabilidad de los descubrimientos (Alfonso et al., 2020).

Es de diseño experimental porque se basa en la manipulación y control de variables específicas para evaluar el efecto de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en las propiedades del concreto convencional.

3.5 Método de la investigación

El método científico es un proceso sistemático y riguroso para investigar fenómenos y adquirir conocimiento de manera objetiva. Este método implica la observación, la formulación de hipótesis, la experimentación y la recolección de datos, y así los científicos pueden llegar a conclusiones verificables. A través de este método los científicos intentan encontrar regularidades, formular leyes y teorías que expliquen la forma en que funcionan los fenómenos de la naturaleza. El método científico es una serie de pasos que incluyen la identificación de un problema, la revisión de la literatura, la experimentación controlada y el análisis de datos. El método científico es replicable, es decir, otros investigadores pueden replicar el proceso y obtener los mismos resultados, lo que confirma la validez de las conclusiones (Pimienta et al., 2018).

Es de método científico porque sigue un proceso sistemático y objetivo para investigar el impacto de la aplicación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en las propiedades del concreto convencional.

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

Es el conjunto total de individuos, objetos o unidades de análisis que tienen características en común y que son objeto de estudio en un análisis. Esta población puede ser tan grande como todos los individuos de una especie o todos los habitantes de un país, o más limitada, como todas las personas que comparten una característica específica (por

ejemplo, los estudiantes de una universidad o los pacientes de una enfermedad). La población es el conjunto al que se quieren generalizar los resultados de la investigación y su especificación es esencial para asegurar la pertinencia de los resultados (Alfonso et al., 2020).

La población de la presente investigación está constituida por todos los concretos convencionales utilizados en proyectos de construcción en el distrito de Cabanillas en 2025.

3.6.2 Muestra

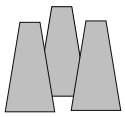
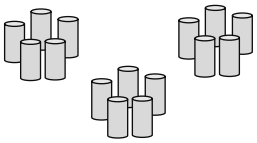
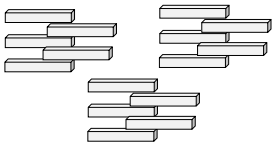
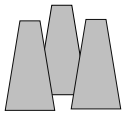
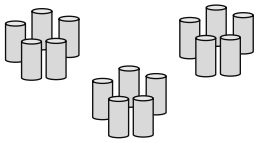
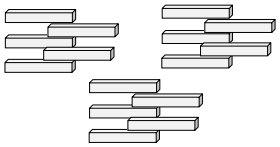
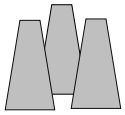
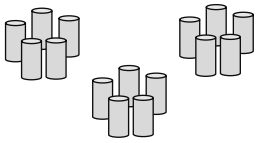
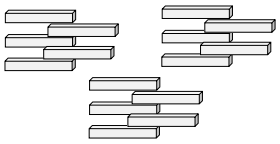
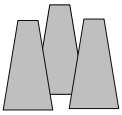
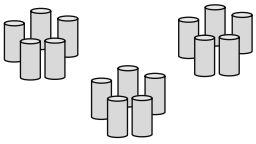
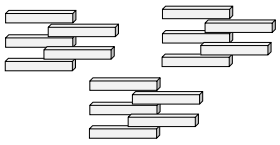
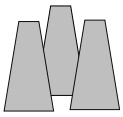
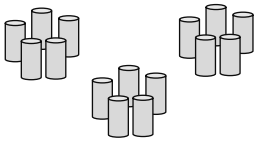
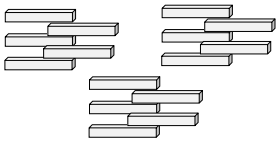
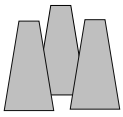
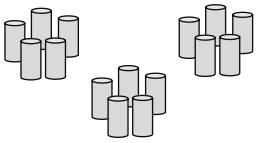
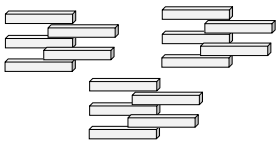
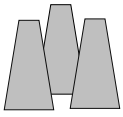
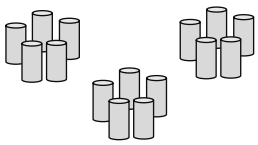
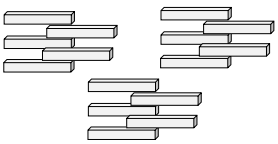
Subconjunto de una población mayor que se elige para representar y estudiar. Como no siempre es factible estudiarlos a todos, se elige una muestra representativa y se infiere (generaliza) a toda la población. La muestra debe reflejar las características de la población en sus características esenciales, para que los resultados que se obtengan puedan generalizarse al conjunto de individuos o elementos que integran la población de referencia. La elección de la muestra adecuada es determinante para la validez de los hallazgos de una investigación. Hay varias formas de tomar una muestra, como la aleatoria (todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser incluidos) o por conveniencia (se eligen los participantes más accesibles) (Alfonso et al., 2020).

La muestra está conformada por mezclas de concreto con incorporaciones de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero, considerando diversas combinaciones y proporciones de estos materiales como sustitutos parciales del cemento y del agregado fino.

- Reemplazo de las cenizas de cáscara de huevo(CEHU) por cemento en proporciones del 7% y 12%.
- Reemplazo de la escoria de acero(EACE) por agregado fino en proporciones del 12% y 20%.

Tabla 3

Cantidades de muestra para cada ensayo

Concretos	Asentamiento	Resistencias a Compresión	Resistencias a Flexión
Concreto base			
CB + 7% CEHU			
CB + 12% CEHU			
CHB + 12% EACE			
CHB + 20% EACE			
CB+7% CEHU+12 %EACE			
CB+7% CEHU+20 %EACE			
Total	21	105	105

Nota. Donde CEHU es ceniza de cascara de huevo y EACE es escoria de acero.

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

Son las maneras en que los investigadores recogen, analizan y manipulan datos en una investigación. Estas técnicas pueden ser tanto cualitativas como cuantitativas, según el tipo de investigación. Las metodologías cualitativas exploran las experiencias y perspectivas de los participantes, y las cuantitativas miden y analizan datos numéricos. Cada técnica tiene sus propios procedimientos que contribuyen a recolectar información pertinente para dar respuesta a las preguntas de investigación. Las técnicas de investigación a utilizar las decide el tipo, los objetivos del proyecto y las particularidades de las muestras. El uso correcto de estas técnicas garantiza que los resultados sean válidos, confiables y puedan dar respuesta a los problemas planteados en la investigación (Pino, 2019).

- Diseño experimental.
- Preparación de muestras.
- Ensayos requeridos de laboratorio.
- Análisis documental.

3.7.2 Instrumentos

Herramientas que los investigadores utilizan para recoger, medir y analizar datos en una investigación. Los instrumentos pueden ser diversos, dependiendo del tipo de investigación y de los datos que se quieran recoger. La elección del instrumento apropiado estará determinada por el tipo de estudio, los objetivos de la investigación y las características de la muestra o población. La validez de los instrumentos de investigación depende de cómo se diseñen y se utilicen. Un buen instrumento es aquel que es explícito, exacto y que logra obtener la información requerida sin llevar a errores o sesgos. Además, los instrumentos deben ser validados, es decir, que se haya demostrado su capacidad para medir lo que pretenden medir. En otras, los instrumentos pueden ser adaptados o

modificados sobre la marcha de la investigación para mejorar la recogida de datos o para ajustarse a las circunstancias cambiantes de la investigación. El manejo adecuado de estos instrumentos es esencial para obtener resultados confiables (Pino, 2019).

- Prensa de compresión.
- Máquina de flexión.
- Cono de Abrams.
- Balanza de alta precisión.
- Estufa.
- Herramientas de laboratorio.

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

3.8.1 Validación

Proceso esencial en la investigación para garantizar que las herramientas de recolección de datos midan lo que realmente se desea medir. Esto consiste en asegurarse de que las herramientas sean apropiadas y exactas para el tipo de investigación que se esté llevando a cabo. Hay diferentes tipos de validez, como la de contenido, que asegura que los ítems del instrumento representen el tema que se quiere medir, y la de constructo, que verifica que el instrumento mida lo que pretende medir. La validación es necesaria para garantizar que los resultados sean confiables y representativos. La validación de instrumentos garantiza la calidad de los datos y fortalece la credibilidad y exactitud de los resultados de la investigación. Para ello, los investigadores suelen hacer pruebas piloto, en las que el instrumento se administra a una pequeña muestra representativa de la población a la que va dirigido antes de su aplicación final (Pino, 2019).

3.8.2 Confiabilidad

Es la consistencia y estabilidad con la que un instrumento de recogida de datos mide lo que pretende medir. Es decir, un instrumento fiable debe dar resultados similares

en situaciones similares, que los datos que se obtengan no varíen al azar o por causas ajenas a la investigación. Para verificar la fiabilidad, se aplican pruebas estadísticas que miden en qué grado el instrumento produce resultados consistentes y repetibles, lo que refuerza la confianza en los resultados encontrados. Una alta fiabilidad garantiza que los resultados de la investigación no se vean afectados por errores o cambios aleatorios en el proceso de medición. La fiabilidad es esencial en cualquier investigación para garantizar que los resultados sean consistentes y no se vean impactados por factores ajenos o imprecisiones en la medición (Pimienta et al., 2018).

3.9 Plan de recolección de datos

3.9.1 Recolecciones de los materiales usados

A. Agregados

Los agregados para este proyecto se extrajeron de la cantera Isla, situada a unos 10 km de Cabanillas, la más cercana al distrito. Según estudios anteriores, los agregados de esta cantera son aptos para este tipo de proyectos. Siguiendo estas recomendaciones, se hicieron los ensayos para analizar las propiedades del agregado y luego utilizarlas para el diseño de la mezcla.

B. Cenizas de cascara de huevo

Las cáscaras de huevo utilizadas en este estudio fueron recolectadas durante un período de cuatro semanas, con la colaboración de amigos y familiares, alcanzando un total de 25kg de cáscaras. Durante el proceso de recolección, las cáscaras fueron cuidadosamente lavadas para eliminar cualquier tipo de suciedad, restos de membranas y otros contaminantes. Una vez limpias, las cáscaras fueron trituradas manualmente con el objetivo de facilitar su posterior procesamiento.

El material triturado fue pasado por un tamiz #200 para separar las partículas más finas. Aquella muestra que fue retenida en el tamiz fue nuevamente triturada hasta obtener

una textura más homogénea, y se volvió a pasar por el tamiz para asegurar que la fracción más fina fuera la utilizada en el proceso de calcinación. La fracción que pasó por el tamiz fue la que finalmente se utilizó para la investigación, ya que se considera que estas partículas tienen una mayor capacidad de reacción puzolánica, lo que las hace más efectivas en la mejora de las propiedades del concreto.

Figura 8

Cascaras de huevo trituradas



La calcinación de las cáscaras de huevo trituradas se realizó a una temperatura controlada de 250°C durante un período de 4 horas. Este proceso es crucial para activar las propiedades puzolánicas del material, ya que a temperaturas más bajas no se eliminaría completamente la materia orgánica contenida en las cáscaras, lo que afectaría negativamente su efectividad como aditivo en el concreto. La temperatura de 250°C se seleccionó porque es suficiente para transformar las cáscaras de huevo en un material con las características deseadas sin destruir sus propiedades fundamentales.

Al concluir el tratamiento, el material calcinado se dejó reposar dentro del horno durante un intervalo de 1 a 1.5 horas, para permitir que la temperatura interna del material disminuyera de manera gradual y controlada, evitando cambios bruscos que pudieran afectar su estructura. Una vez alcanzada la temperatura ambiente, el material fue cuidadosamente extraído del horno.

Las cenizas obtenidas presentaban un color que variaba entre gris y negro, lo que es indicativo de la completa calcinación del material. Estas cenizas, con sus propiedades puzolánicas activadas, fueron las que se utilizaron en la investigación para evaluar su efectividad como sustituto parcial del cemento en las mezclas de concreto.

Figura 9

Cenizas de cascara de huevo



La ceniza de cascara de huevo utilizada en mi proyecto fue de 19 kilos aproximadamente.

- **Escoria de acero**

La escoria de acería de altos hornos de este estudio se obtuvo de los desechos de Aceros Arequipa S.A., empresa que utiliza un proceso de transformación de chatarra y otros elementos mediante fusión en altos hornos. En este proceso, las impurezas y elementos no deseados del metal se combinan con aditivos como la cal y la sílice. Estos reactivos fundidos se combinan para formar una escoria líquida que se separa del acero fundido. Una vez que la escoria se enfría y se solidifica, se genera un material que puede ser recogido y aprovechado para la construcción de carreteras y otras obras civiles.

Figura 10

Obtención de la escoria de acero



Una vez obtenida la escoria de acero, el material fue sometido a un proceso de trituración utilizando un combo para obtener partículas finas. Luego, se realizó un tamizado para separar las fracciones según su tamaño. El material que pasó a través de la malla N° 16 fue seleccionado y utilizado como agregado fino en el diseño de la mezcla de concreto para este estudio. Esta fracción fue cuidadosamente preparada y evaluada para asegurar que cumpliera con las especificaciones necesarias para ser empleada en la mezcla.

Figura 11

Escoria de acero triturada



En el presente estudio se utilizó un aproximado de 80 kilos de escoria de acero triturado

Tabla 4

Composición de la escoria de acero

Composición Química	Resultado (%)
Óxidos de Calcio-(CaO)	34,40
Dióxidos de Silicio-(SiO2)	31,50
Trióxidos de Aluminio-(Al2O3)	21,80
Óxidos de Magnesio-(MgO)	5,40
Trióxidos de Azufre-(SO3)	2,75
Óxidos de Titanio-(TiO2)	2,15
Óxidos de Manganeso-(MnO)	1,26
Trióxidos de Hierro-(Fe2O3)	0,72

Nota. Composición química.

3.9.2 Ensayos realizados

Tabla 5

Pruebas efectuadas sobre la calidad de los agregados utilizados

Nombre del ensayo	Norma utilizada
Ensayos de Granulometría	NTP 400.012, (2013)
Tamaños Máximos Nominales	NTP 400.012, (2013)
Contenidos de Humedad	NTP 339.185, (2013)
Pesos Unitarios	NTP 400.017, (2011)
Peso Específico (grueso)	NTP 400.021, (2013)
Peso Específico (fino)	NTP 400.022, (2013)
Porcentaje de Absorción (agregado grueso)	NTP 400.022, (2013)
Porcentaje de Absorción (agregado fino)	NTP 400.022, (2013)
Módulo de Fineza	NTP 400.012, (2013)

- **Diseño de mezclas**

El ACI 211 para el diseño del concreto es un procedimiento paso a paso que garantiza que la mezcla final satisfaga las especificaciones de resistencia y trabajabilidad necesarias para un proyecto. Este proceso se compone de 11 pasos:

1. Calcular la resistencia de diseño: Se define la resistencia compresiva especificada (f'c) y se calcula la resistencia media necesaria para satisfacer las exigencias estructurales de la edificación.

2. Elige (Slump): Se selecciona el grado de asentamiento requerido (la trabajabilidad del concreto fresco) usando tablas de referencia como la Tabla 6.3.1 del ACI 211.
3. Determinar el (TMN): Se elige el tamaño máximo en función del tamaño del encofrado y las especificaciones estructurales.
4. Calcular el contenido de aire: Se calcula la cantidad de aire a incorporar en la mezcla, en caso de que se vaya a utilizar aire incorporado en el concreto.
5. Calcular el agua de mezclado: Se calcula la cantidad de agua requerida para obtener el asentamiento y el contenido de aire deseados, utilizando tablas del ACI.
6. Definir la relación (a/c): Se elige la relación para lograr la resistencia de diseño, consultando tablas y curvas del ACI.
7. Calcular el contenido de cemento: Se calcula la cantidad de cemento requerido, en base a la relación agua/cemento elegido.
8. Calcular el contenido de agregado grueso: Se calcula el volumen de agregado grueso requerido, consultando tablas de volumen por unidad de volumen de concreto.
9. Calcular el contenido de árido fino: Se calcula el volumen de agregado fino por diferencia de volúmenes absolutos de los demás componentes.
10. Corrección por humedad de los agregados: Se corrigen las cantidades de agua y materiales secos por la humedad contenida en los agregados.
11. Cambios en las mezclas de prueba: Se elaboran mezclas de prueba y se ajustan las proporciones de los ingredientes para que la mezcla final satisfaga las especificaciones deseadas (resistencia, trabajabilidad, etc.).

Este proceso cuidadoso asegura que la mezcla de concreto sea apropiada para la aplicación deseada, en términos de resistencia, trabajabilidad y facilidad de colocación en la obra.

❖ **Ensayo del SLUMP- NTP 339.035**

El procedimiento para realizar el ensayo de asentamiento (slump) se describe de la siguiente manera:

1. Preparación de las herramientas: Se humedecieron las herramientas necesarias, incluida la base del cono de Abrams. El cono se colocó en una bandeja metálica con una superficie plana, horizontal y no absorbente.
2. Posicionamiento del cono: El cono se sujetó firmemente utilizando los pies, para asegurarse de que no se levantara durante el ensayo. Luego, Se rellenó con la muestra de concreto en tres capas, cada una cubriendo un tercio del volumen del cono.
3. Compactación de las capas: Después de colocar cada capa de mezcla, se compactó utilizando una barra compactadora, aplicando 25 golpes por capa. La compactación se realizó solo en la capa que se estaba trabajando, hasta llenar completamente el cono.
4. Nivelación y extracción del cono: Una vez que el cono se llenó, se alisó la superficie para retirar el material excedente. Luego, se retiró el cono lentamente en dirección vertical, sin moverlo horizontalmente, durante un breve período de tiempo.
5. Medición del asentamiento: Finalmente, el cono se colocó al lado de la muestra, y se utilizó la barra compactadora sobre la parte superior de la mezcla. Se midió el asentamiento, determinando la diferencia de altura entre la barra compactadora y la altura promedio del concreto utilizando una cinta métrica.

❖ **Ensayo de la resistencia a compresión (ASTM C39)**

El procedimiento para realizar el ensayo de resistencia a compresión se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Curado y preparación de las probetas: Después del tiempo de curado correspondiente (7, 14 y 28 días), las probetas se retiraron de la piscina de curado y se dejaron secar a temperatura ambiente.

2. Medición de las probetas: Se determinó el peso de las probetas y se midieron sus dimensiones utilizando una cinta métrica (alto y diámetro).
3. Colocación de la probeta en la prensa: Se colocó la probeta en la prensa de compresión y se procedió a aplicarle la carga.
4. Aplicación de carga progresiva: La prensa aplicó una carga de manera progresiva sobre la probeta hasta que esta falló, registrando así la carga máxima que el cilindro pudo resistir.
5. Repetición del procedimiento: El mismo proceso se repitió para cada uno de los cilindros. En total, se ensayaron los cilindros, en los diferentes periodos de curados de 7, 14 y 28 días de cada mezcla realizada.

La resistencia a compresión se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$Rc = P/A$$

Donde:

- Rc : Resistencias a compresión en kg/cm²
- P: Cargas máximas aplicadas en kg
- A: Áreas de la sección transversal en cm²

❖ **Ensayo de la resistencia a flexión (ASTM C78)**

El procedimiento de la resistencia a flexión del concreto se basa en la fabricación de vigas, su sometimiento a cargas aplicadas en el centro de un tramo de luz sobre dos apoyos, y el cálculo de la carga máxima soportada para determinar el módulo de rotura (resistencia a la flexión). Para ello, se utiliza una máquina de ensayo universal. El proceso incluye la preparación de las vigas, su curado, la correcta disposición de los rodillos y la aplicación gradual de la carga hasta la fractura de la probeta. A continuación, se detalla cada etapa:

- Moldeo: Se fabrican vigas de concreto siguiendo las dimensiones estipuladas por las normativas técnicas correspondientes.

- Curado: Las vigas deben curarse de manera adecuada hasta alcanzar la edad de ensayo, permitiendo que el concreto desarrolle su resistencia óptima.
- Preparación para el ensayo: Una vez curadas, las vigas se retiran de la cámara de curado. Se eliminan las rebabas de la superficie, y se miden sus dimensiones (base, altura y longitud) para su posterior evaluación.
- Marco de ensayo: Se utiliza una máquina de ensayo universal, equipada con los apoyos y un útil de carga específicamente diseñado para ensayos de flexión.
- Colocación de la viga: La viga se coloca sobre dos rodillos de apoyo, asegurando que la distancia entre ellos esté definida correctamente, lo cual constituye la "luz" del ensayo.
- Marcado: Se marcan el centro y los tercios de la luz en la viga. La carga se aplicará en el centro de la luz, o punto medio de la viga.
- Contacto asegurado: Se garantiza un contacto firme entre la viga y los rodillos. Si existen espacios, se pueden utilizar tiras de cuero o materiales similares para asegurar un contacto completo entre la viga y los apoyos.
- Carga gradual: Se aplica una carga de forma progresiva y continua en el centro de la viga. La carga aumenta de manera uniforme hasta que la viga fracture.
- Velocidad de carga: La carga debe aplicarse a una velocidad constante, de modo que la tensión en la viga aumente a un ritmo controlado.
- Carga máxima: Se registra la carga máxima que la viga puede soportar antes de que ocurra la fractura.
- Cálculo del Módulo de Rotura (MR): Con la carga máxima registrada y las dimensiones de la viga, se calcula el MR, que representa la resistencia a la flexión del concreto.

Este procedimiento permite determinar de manera precisa la resistencia a la flexión del concreto, proporcionando información clave sobre su comportamiento estructural bajo cargas aplicadas.

3.9.3 Análisis e interpretación de los resultados

Es una etapa fundamental de la investigación, en la que se interpretan los datos recogidos en los experimentos o ensayos. En esta etapa, los resultados se comparan con las hipótesis iniciales y con investigaciones anteriores para encontrar patrones, tendencias y relaciones significativas. Se quiere analizar la influencia de las proporciones de ceniza de cáscara de huevo y escoria de acero en el concreto sobre sus propiedades mecánicas. También se comparan las mezclas experimentales con el concreto normal para determinar cómo afectan estos materiales reciclados al comportamiento del concreto. Los resultados se analizan de forma objetiva, determinando las ventajas y desventajas de las combinaciones analizadas y se obtienen conclusiones que contribuyen al desarrollo del conocimiento y la aplicación práctica en la edificación sostenible.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos

En este apartado se presentan los hallazgos obtenidos para uno de los objetivos planteados, en los cuales se analiza cómo la ceniza de cáscara de huevo, como reemplazo parcial del cemento, y la escoria de acero, como sustituto del agregado fino, influyen en las propiedades del concreto convencional del distrito de Cabanillas. Los resultados se muestran a través de tablas y gráficos, los cuales permiten visualizar el impacto de estos materiales tanto de forma individual como combinada. Asimismo, se presentan los efectos de la combinación de estos dos materiales para evaluar cómo su uso conjunto influye en las características del concreto.

Tabla 6

Dosificación de concreto base (fc =210 kg/cm2)

Materiales empleados	Proporción usada en (kg/m3)	Volumen
Cantidad de cemento	366.07	1.00
Cantidad de agua	193.92	0.53
Cantidad de AG. Grueso	1029.74	2.81
Cantidad de AG. Fino	713.63	1.95

Se presentan las dosificaciones para el concreto base, con un diseño de resistencia convencional de 210 kg/cm².

Tabla 7

Dosificación de concreto con CEHU

Materiales empleados	Proporción usada en (kg/m3)	Proporción con el 7% de CEHU	Proporción con el 12% de CEHU
Cantidad de cemento	366.07	340.45	322.14
Cantidad de agua	193.92	193.92	193.92
Cantidad de AG. Grueso	1029.74	1029.74	1029.74
Cantidad de AG. Fino	713.63	713.63	713.63
CEHU		25.63	43.93

Se presentan las dosificaciones para el concreto con remplazo del cemento por CEHU en porcentajes del 7% y 12%.

Tabla 8

Dosificación de concreto con EACE

Materiales empleados	Proporción usada en (kg/m3)	Proporción con el 12% de EACE	Proporción con el 20% de EACE
Cantidad de cemento	366.07	366.07	366.07
Cantidad de agua	193.92	193.92	193.92
Cantidad de AG. Grueso	1029.74	1029.74	1029.74
Cantidad de AG. Fino	713.63	628.00	570.90
EACE		85.64	142.73

Se presentan las dosificaciones para el concreto con remplazo del agregado fino por EACE en porcentajes del 12% y 20%.

4.1.1 Efecto de la de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo como sustituto parcial del cemento en las propiedades del concreto

En este apartado se presentarán y analizarán las propiedades del concreto, incluyendo el asentamiento, la resistencia compresiva y la resistencia a la flexión, evaluadas en diferentes períodos de curado. Estos parámetros son fundamentales para comprender cómo la incorporación de cenizas de cáscara de huevo, en diferentes proporciones, afecta el comportamiento del concreto.

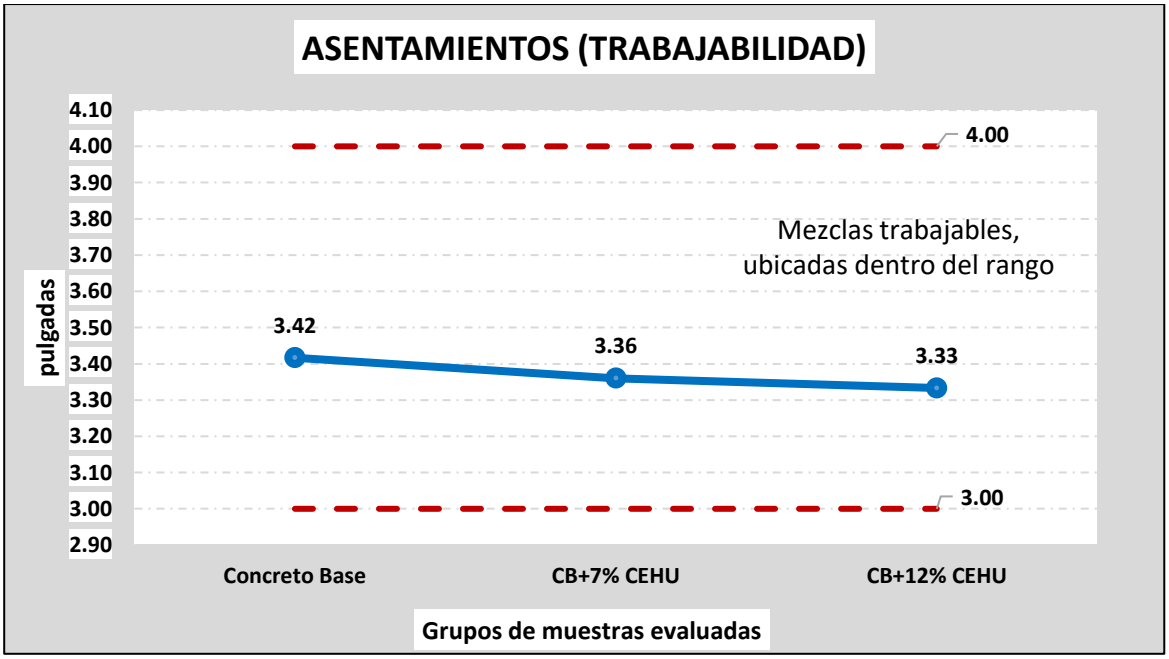
Tabla 9

Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas con CEHU

Asentamientos de los concretos				
Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Asentamientos en pulgadas	Promedio en pulgadas	Rango aceptable del asentamiento
Concreto Base	U°P°-1	3.40	3.42	3" a 4"
	U°P°-2	3.45		
	U°P°-3	3.40		
CB+7% CEHU	U°P°-1	3.38	3.36	
	U°P°-2	3.35		
	U°P°-3	3.35		
CB+12% CEHU	U°P°-1	3.30	3.33	
	U°P°-2	3.35		
	U°P°-3	3.35		

Figura 12

Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas con CEHU



Se muestra la evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas con CEHU. Los resultados muestran que las mezclas con un 7% y 12% de ceniza de cáscara de huevo mantienen una trabajabilidad dentro del rango ideal (3.00 a 4.00 pulgadas).

Tabla 10

Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con CEHU (7 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Cargas aplicadas (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	26948	152.49	152.55	7 días
	CB-02	26861	152.41		
	CB-03	26853	151.75		
	CB-04	27058	153.53		
	CB-05	26960	152.56		
CB+7% CEHU	CC7-01	28310	159.99	160.83	
	CC7-02	28422	160.62		
	CC7-03	28493	161.24		
	CC7-04	28540	161.50		
	CC7-05	28419	160.82		
CB+12% CEHU	CC12-01	27690	156.69	156.65	
	CC12-02	27692	156.70		
	CC12-03	27680	156.64		
	CC12-04	27770	157.36		
	CC12-05	27541	155.85		

Se presentan los promedios de roturas bajo compresión con CEHU (7 días), obteniendo un valor medio de 152.55kg/cm² para el concreto base, 160.83 kg/cm² para la combinación con 7% de reemplazo de CEHU, y 156.65kg/cm² para la combinación con 12% de reemplazo.

Tabla 11

Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con CEHU (14 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Cargas aplicadas (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	31911	180.82	180.70	14 días
	CB-02	31921	180.64		
	CB-03	32023	181.46		
	CB-04	31809	180.00		
	CB-05	31916	180.61		
CB+7% CEHU	CC7-01	33638	190.35	190.31	
	CC7-02	33890	191.52		
	CC7-03	33648	190.16		
	CC7-04	33436	189.21		
	CC7-05	33631	190.31		
CB+12% CEHU	CC12-01	32718	184.90	184.94	
	CC12-02	32627	184.39		
	CC12-03	32802	185.62		
	CC12-04	32718	184.90		
	CC12-05	32721	184.92		

Se presentan los promedios de roturas bajo compresión con CEHU (14 días), obteniendo un valor medio de 180.70 kg/cm² para el concreto base, 190.31 kg/cm² para la combinación

con 7% de reemplazo de CEHU, y 184.94kg/cm² para la combinación con 12% de reemplazo.

Tabla 12

Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con CEHU (28 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Cargas aplicadas (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	37299	210.79	210.93	28 días
	CB-02	37289	211.01		
	CB-03	37285	210.71		
	CB-04	37283	210.98		
	CB-05	37269	211.18		
CB+7% CEHU	CC7-01	39097	220.95	221.56	
	CC7-02	39110	221.91		
	CC7-03	39167	221.34		
	CC7-04	39299	222.09		
	CC7-05	39193	221.49		
CB+12% CEHU	CC12-01	37719	213.45	212.85	
	CC12-02	37550	212.77		
	CC12-03	37529	212.09		
	CC12-04	37639	212.99		
	CC12-05	37634	212.97		

e presentan los promedios de roturas experimentadas bajo compresión con CEHU (28 días), obteniendo un valor medio de 210.93 kg/cm² para el concreto base, 221.56 kg/cm² para la combinación con 7% de reemplazo de CEHU y 212.85kg/cm² para la combinación con 12% de reemplazo de CEHU

Tabla 13

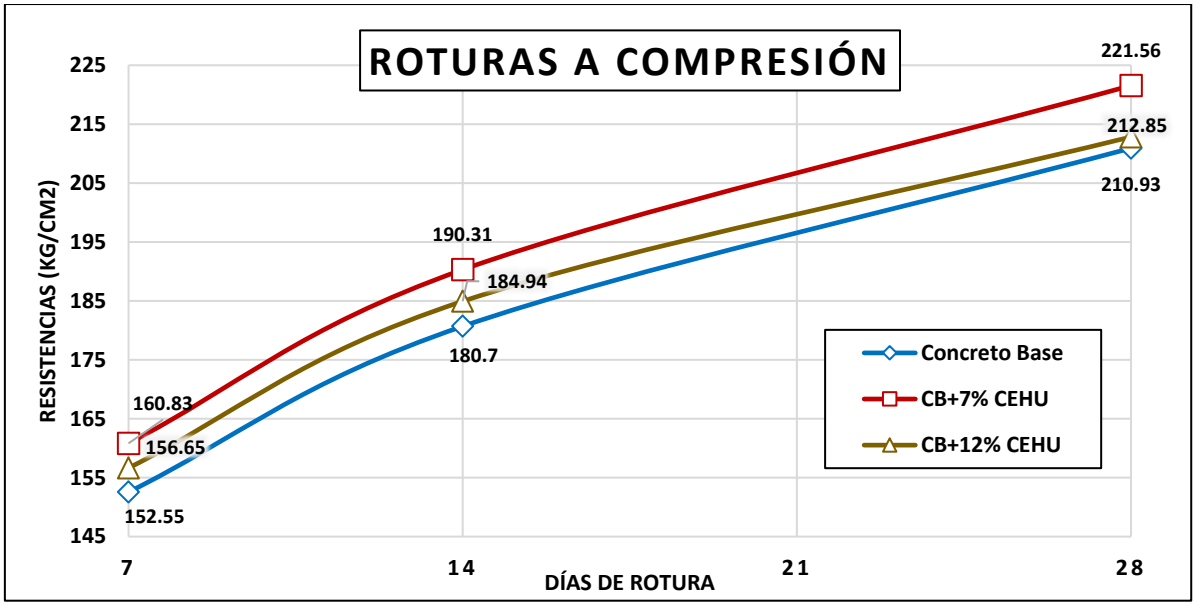
Roturas experimentadas bajo compresión con CEHU

Comparativas de las fallas por compresión (kg/cm2)			
Concretos de prueba	Roturas a 7 días	Roturas a 14 días	Roturas a 28 días
Concreto Base	152.55	180.70	210.93
CB+7% CEHU	160.83	190.31	221.56
CB+12% CEHU	156.65	184.94	212.85

Se presentan las comparativas de las roturas a compresión a diferentes edades (7, 14 y 28 días) para las mezclas con CEHU.

Figura 13

Roturas experimentadas bajo compresión con CEHU



Las mezclas con 7% y 12% de reemplazo de CEHU muestran un aumento en la resistencia a medida que se incrementa el tiempo de curado, siendo el reemplazo de 7% el que presenta los mejores resultados a los 28 días.

Tabla 14

Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con CEHU (7 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Lecturas del dial (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	1145.89	16.98	16.93	7 días
	CB-02	1139.63	16.89		
	CB-03	1140.48	16.90		
	CB-04	1142.73	16.95		
	CB-05	1140.92	16.93		
CB+7% CEHU	CC7-01	1235.98	18.32	18.70	
	CC7-02	1240.72	18.38		
	CC7-03	1278.63	18.97		
	CC7-04	1292.55	19.15		
	CC7-05	1260.60	18.69		
CB+12% CEHU	CC12-01	1144.66	16.96	17.29	
	CC12-02	1165.56	17.27		
	CC12-03	1218.39	18.05		
	CC12-04	1168.58	17.31		
	CC12-05	1136.48	16.85		

Se presentan los promedios de roturas a flexión a 7 días, siendo 16.93 kg/cm² para el concreto base, 18.70kg/cm² para el 7% CEHU y 17.29 kg/cm² para el 12% CEHU.

Tabla 15

Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con CEHU (14 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Lecturas del dial (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	1682.46	24.94	24.90	14 días
	CB-02	1680.78	24.90		
	CB-03	1679.62	24.88		
	CB-04	1676.92	24.84		
	CB-05	1680.83	24.92		
CB+7% CEHU	CC7-01	1794.52	26.60	26.61	
	CC7-02	1791.64	26.54		
	CC7-03	1835.31	27.19		
	CC7-04	1756.81	26.06		
	CC7-05	1797.77	26.63		
CB+12% CEHU	CC12-01	1722.99	25.53	25.08	
	CC12-02	1660.79	24.60		
	CC12-03	1689.86	25.03		
	CC12-04	1665.69	24.68		
	CC12-05	1724.84	25.55		

Se presentan los promedios de roturas a flexión a 14 días, siendo 24.90 kg/cm² para el concreto base, 26.61kg/cm² para el 7% CEHU y 25.08 kg/cm² para el 12% CEHU.

Tabla 16

Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con CEHU (28 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Lecturas del dial (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	2157.97	31.97	31.92	28 días
	CB-02	2154.67	31.96		
	CB-03	2152.84	31.89		
	CB-04	2150.69	31.88		
	CB-05	2151.91	31.88		
CB+7% CEHU	CC7-01	2277.87	33.75	34.25	
	CC7-02	2319.63	34.36		
	CC7-03	2269.49	33.62		
	CC7-04	2383.81	35.32		
	CC7-05	2307.59	34.19		
CB+12% CEHU	CC12-01	2175.87	32.24	32.22	
	CC12-02	2247.96	33.30		
	CC12-03	2135.75	31.64		
	CC12-04	2140.88	31.72		
	CC12-05	2172.76	32.19		

Se presentan los promedios de roturas a flexión a 28 días, siendo 31.92 kg/cm² para el concreto base, 34.25kg/cm² para el 7% CEHU y 32.22 kg/cm² para el 12% CEHU

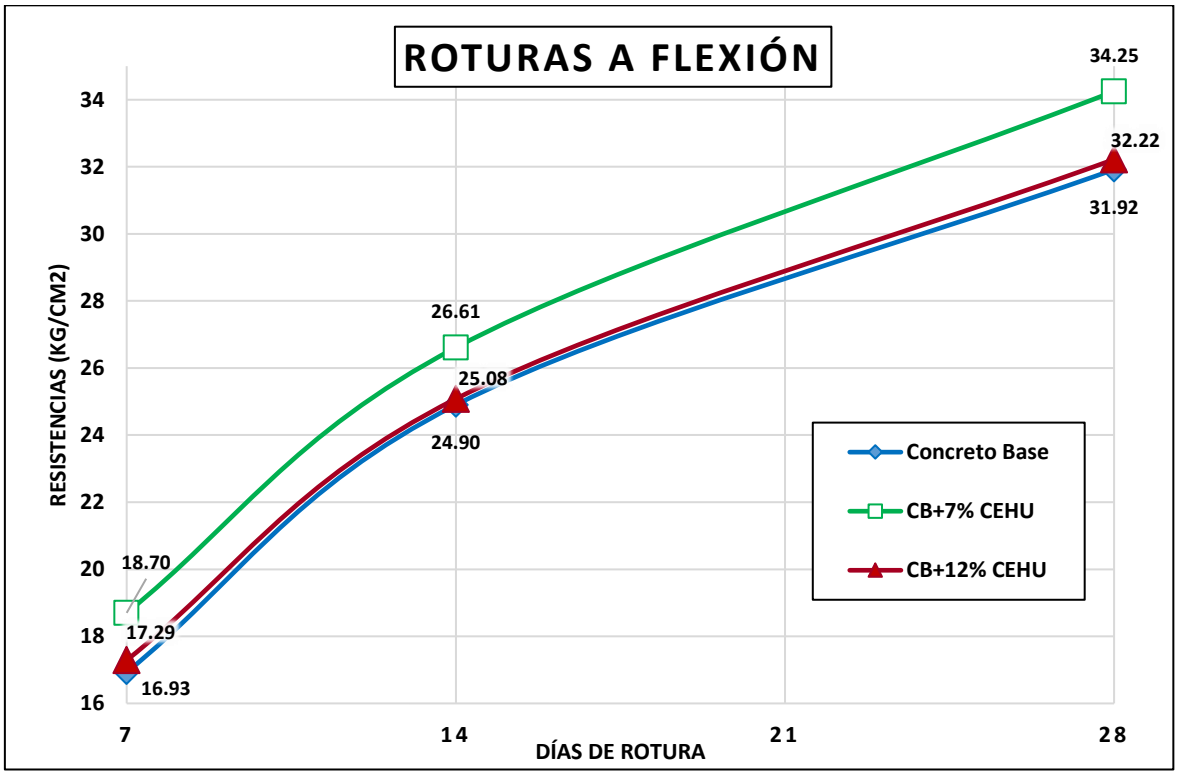
Tabla 17

Roturas experimentadas bajo flexión con CEHU

Comparaciones de las roturas a flexión (kg/cm2)			
Concretos de prueba	Roturas a 7 días	Roturas a 14 días	Roturas a 28 días
Concreto Base	16.93	24.90	31.92
CB+7% CEHU	18.70	26.61	34.25
CB+12% CEHU	17.29	25.08	32.22

Figura 14

Roturas experimentadas bajo flexión con CEHU



Se presentan las comparaciones de las roturas a flexión con CEHU a diferentes edades (7, 14 y 28 días). Las mezclas con 7% y 12% de reemplazo de CEHU muestran un aumento en la resistencia con el tiempo, siendo el reemplazo de 7% el que presenta los mejores resultados a los 28 días.

4.1.2 Efecto de la incorporación de escoria de acero como sustituto parcial del agregado fino en las propiedades del concreto

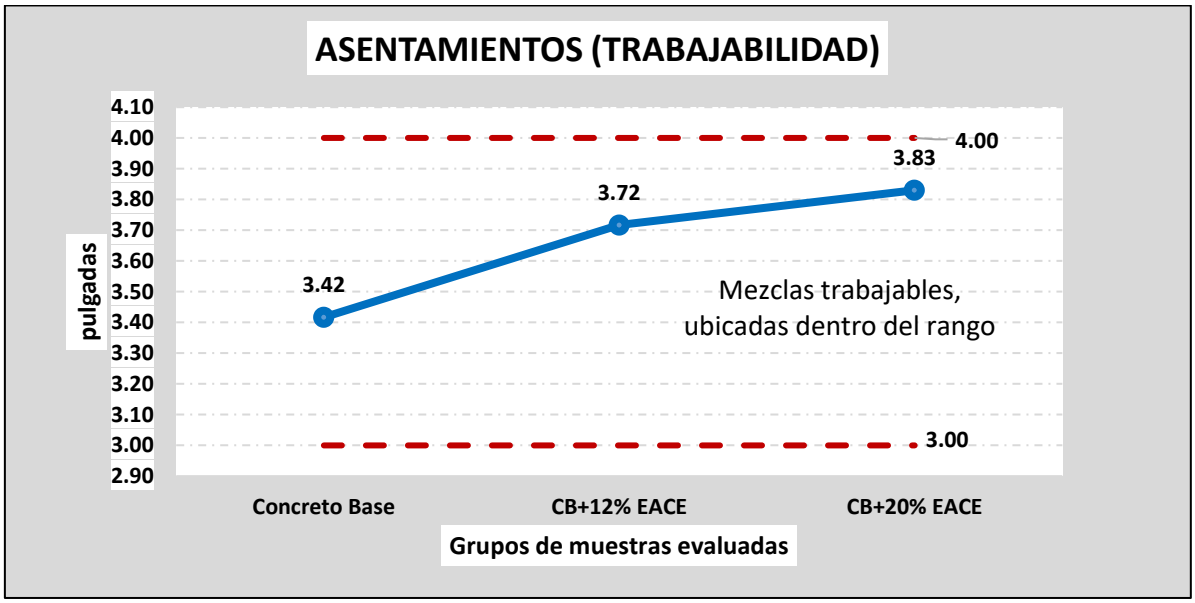
Tabla 18

Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas con EACE

Asentamientos de los concretos				
Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Asentamientos en pulgadas	Promedio en pulgadas	Rango aceptable del asentamiento
Concreto Base	U°P°-1	3.40	3.42	3" a 4"
	U°P°-2	3.45		
	U°P°-3	3.40		
CB+12% EACE	U°P°-1	3.70	3.72	
	U°P°-2	3.70		
	U°P°-3	3.75		
CB+20% EACE	U°P°-1	3.84	3.83	
	U°P°-2	3.80		
	U°P°-3	3.85		

Figura 15

Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas con EACE



Se evaluaron los asentamientos en las distintas mezclas con EACE. Las mezclas con 12% y 20% de reemplazo de EACE presentan una trabajabilidad dentro del rango ideal (3.00 a 4.00 pulgadas), con el 20% de EACE mostrando el mayor asentamiento a los 3.83 pulgadas.

Tabla 19

Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con EACE (7 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Cargas aplicadas (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedios de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	26948	152.49	152.55	7 días
	CB-02	26861	152.41		
	CB-03	26853	151.75		
	CB-04	27058	153.53		
	CB-05	26960	152.56		
CB+12% EACE	C12-01	29725	167.99	168.75	
	C12-02	29944	169.45		
	C12-03	29833	168.82		
	C12-04	29846	168.67		
	C12-05	29834	168.83		
CB+20% EACE	C20-01	31032	175.37	175.47	
	C20-02	30921	174.74		
	C20-03	31034	175.62		
	C20-04	31138	176.21		
	C20-05	31042	175.43		

Se presentan los promedios de roturas bajo compresión a 7 días, siendo 152.55 kg/cm² para el concreto base, 168.75 kg/cm² para el 12% EACE y 175.47 kg/cm² para el 20% EACE.

Tabla 20

Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con EACE (14 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Cargas aplicadas (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	31911	180.82	180.70	14 días
	CB-02	31921	180.64		
	CB-03	32023	181.46		
	CB-04	31809	180.00		
	CB-05	31916	180.61		
CB+12% EACE	C12-01	34614	196.14	196.15	
	C12-02	34643	195.78		
	C12-03	34666	196.43		
	C12-04	34677	196.23		
	C12-05	34662	196.15		
CB+20% EACE	C20-01	36357	205.46	205.47	
	C20-02	36463	206.06		
	C20-03	36358	205.47		
	C20-04	36262	204.93		
	C20-05	36354	205.45		

Se presentan los promedios de roturas bajo compresión a 14 días, siendo 180.70 kg/cm² para el concreto base, 196.15 kg/cm² para el 12% EACE y 205.47 kg/cm² para el 20% EACE.

Tabla 21

Evaluación de las roturas experimentadas bajo compresión con EACE (28 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Cargas aplicadas (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	37299	210.79	210.93	28 días
	CB-02	37289	211.01		
	CB-03	37285	210.71		
	CB-04	37283	210.98		
	CB-05	37269	211.18		
CB+12% EACE	C12-01	40031	226.53	227.07	
	C12-02	40135	227.12		
	C12-03	40320	228.16		
	C12-04	40019	226.46		
	C12-05	40127	227.07		
CB+20% EACE	C20-01	42062	237.71	237.84	
	C20-02	42008	238.03		
	C20-03	42071	237.76		
	C20-04	42037	237.88		
	C20-05	42024	237.81		

Se presentan los promedios de roturas a 28 días, obteniendo 210.93 kg/cm² para el concreto base, 227.07 kg/cm² para el 12% EACE y 237.84 kg/cm² para el 20% EACE. La mezcla con 20% de reemplazo de EACE muestra la mayor resistencia a compresión, seguida por la mezcla con 12% EACE.

Tabla 22

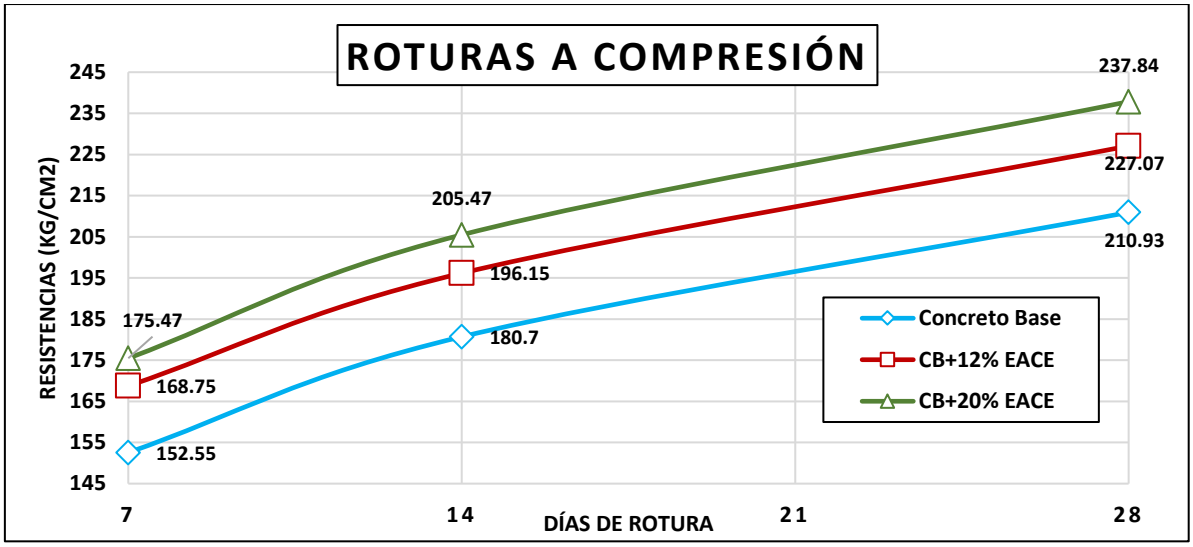
Roturas experimentadas bajo compresión con EACE

Comparativas de las fallas por compresión (kg/cm2)			
Concretos de prueba	Roturas a 7 días	Roturas a 14 días	Roturas a 28 días
Concreto Base	152.55	180.7	210.93
CB+12% EACE	168.75	196.15	227.07
CB+20% EACE	175.47	205.47	237.84

Se presentan las comparaciones de las roturas a compresión con EACE a diferentes edades.

Figura 16

Roturas experimentadas bajo compresión con EACE



El concreto con 12% y 20% de reemplazo reflejan un aumento considerable en la resistencia, siendo el 20% de reemplazo el que presenta los mejores resultados a los 28 días

Tabla 23

Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con EACE (7 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Lecturas del dial (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	1145.89	16.98	16.93	7 días
	CB-02	1139.63	16.89		
	CB-03	1140.48	16.90		
	CB-04	1142.73	16.95		
	CB-05	1140.92	16.93		
CB+12% EACE	C12-01	1413.87	20.96	20.96	
	C12-02	1412.92	20.93		
	C12-03	1466.67	21.73		
	C12-04	1414.18	20.95		
	C12-05	1364.92	20.22		
CB+20% EACE	C20-01	1523.92	22.58	24.13	
	C20-02	1632.63	24.19		
	C20-03	1736.88	25.73		
	C20-04	1624.94	24.09		
	C20-05	1624.79	24.07		

Se presentan los promedios de roturas a flexión a 7 días, siendo 16.93 kg/cm² para el concreto base, 20.96kg/cm² para el 12% EACE y 24.13kg/cm² para el 20% EACE.

Tabla 24

Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con EACE (14 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Lecturas del dial (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	1682.46	24.94	24.90	14 días
	CB-02	1680.78	24.90		
	CB-03	1679.62	24.88		
	CB-04	1676.92	24.84		
	CB-05	1680.83	24.92		
CB+12% EACE	C12-01	1795.63	26.69	28.10	
	C12-02	1889.74	28.00		
	C12-03	1998.91	29.61		
	C12-04	1896.34	28.09		
	C12-05	1895.57	28.08		
CB+20% EACE	C20-01	2145.84	31.79	32.52	
	C20-02	2194.62	32.51		
	C20-03	2194.54	32.51		
	C20-04	2245.73	33.27		
	C20-05	2193.41	32.49		

Se presentan los promedios de roturas a flexión a 14 días, siendo 24.90 kg/cm² para el concreto base y 32.52 kg/cm² para el 20% de EACE, la cual mostró la mayor resistencia.

Tabla 25

Evaluación de las roturas experimentadas bajo flexión con EACE (28 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Lecturas del dial (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	2157.97	31.97	31.92	28 días
	CB-02	2154.67	31.96		
	CB-03	2152.84	31.89		
	CB-04	2150.69	31.88		
	CB-05	2151.91	31.88		
CB+12% EACE	C12-01	2489.86	36.89	35.37	
	C12-02	2381.92	35.29		
	C12-03	2387.73	35.37		
	C12-04	2289.64	33.92		
	C12-05	2387.59	35.37		
CB+20% EACE	C20-01	2688.12	39.82	39.81	
	C20-02	2684.97	39.78		
	C20-03	2786.81	41.29		
	C20-04	2687.70	39.82		
	C20-05	2588.84	38.35		

Se presentan los promedios de roturas a flexión a los 28 días, siendo 31.92 kg/cm² para el concreto base y 39.81 kg/cm² para el 20% EACE, que mostró la mayor resistencia.

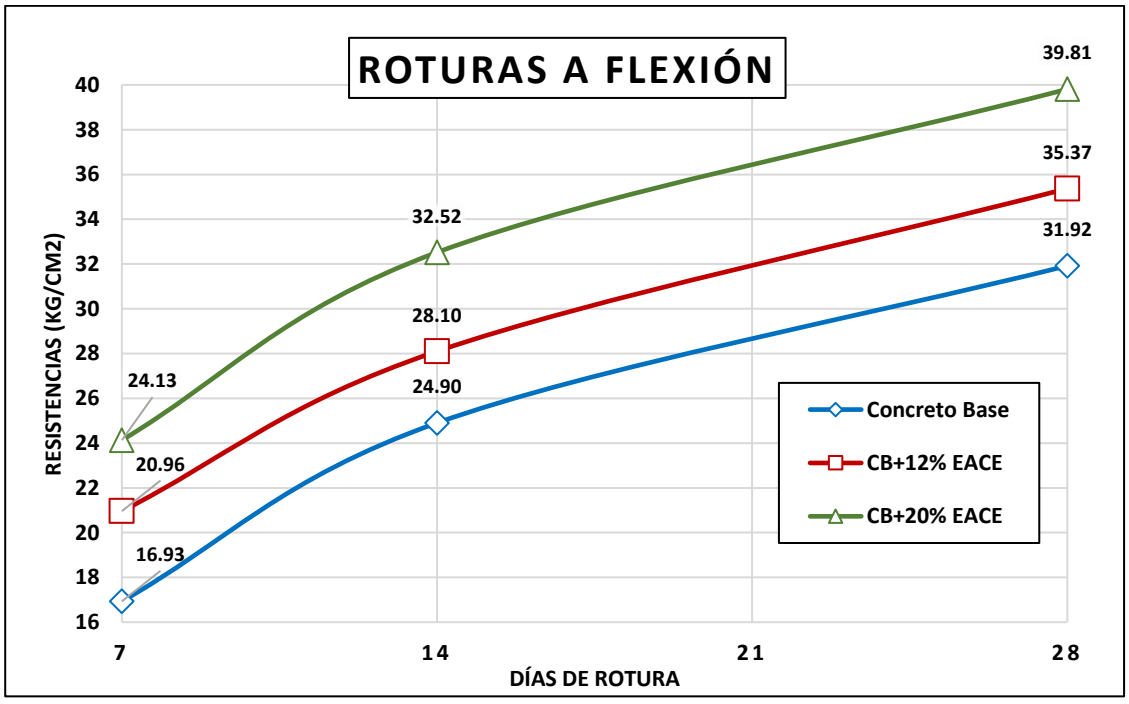
Tabla 26

Roturas experimentadas bajo flexión con EACE

Comparaciones de las roturas a flexión (kg/cm2)			
Concretos de prueba	Roturas a 7 días	Roturas a 14 días	Roturas a 28 días
Concreto Base	16.93	24.90	31.92
CB+12% EACE	20.96	28.10	35.37
CB+20% EACE	24.13	32.52	39.81

Figura 17

Roturas experimentadas bajo flexión con EACE



Se presentan las comparaciones de las roturas a flexión con EACE a diferentes edades. Las mezclas con 12% y 20% de reemplazo muestran una mejora significativa en la resistencia, siendo el 20% de reemplazo el que presenta la mayor resistencia a 28 días con 39.81kg/cm².

4.1.3 Combinación óptima de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero como sustitutos parciales en las propiedades del concreto

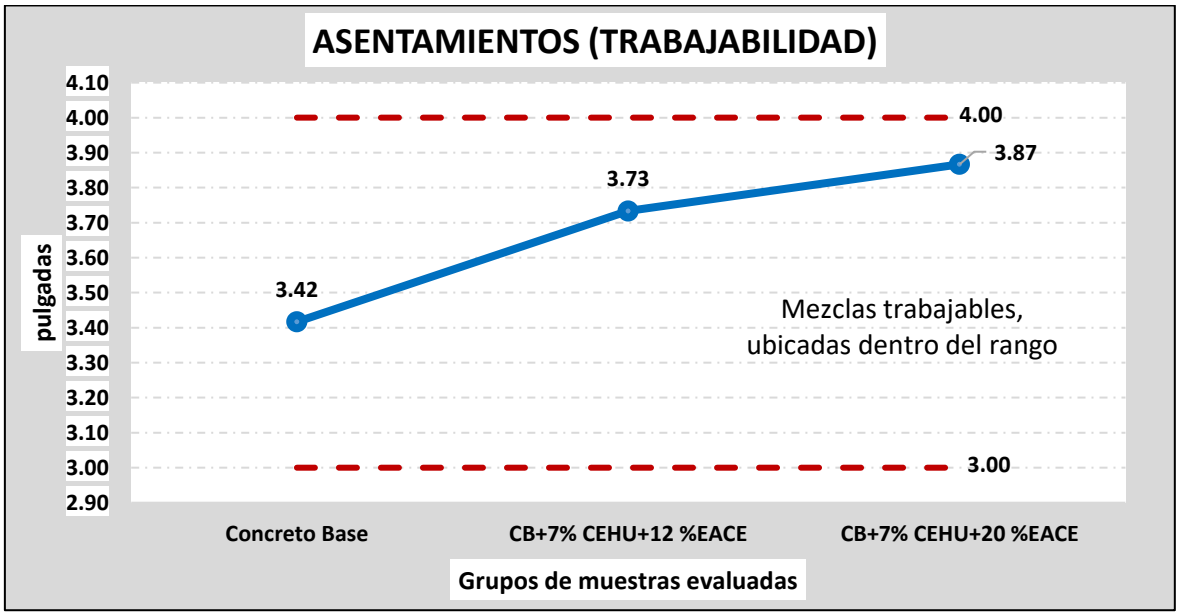
Tabla 27

Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas

Asentamientos de los concretos				
Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Asentamientos en pulgadas	Promedio en pulgadas	Rango aceptable del asentamiento
Concreto Base	U°P°-1	3.40	3.42	3" a 4"
	U°P°-2	3.45		
	U°P°-3	3.40		
CB + 7% CEHU + 12% EACE	U°P°-1	3.70	3.73	
	U°P°-2	3.75		
	U°P°-3	3.75		
CB + 7% CEHU + 20% EACE	U°P°-1	3.90	3.87	
	U°P°-2	3.85		
	U°P°-3	3.85		

Figura 18

Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas



Se evalúan los asentamientos en las distintas mezclas combinadas con CEHU y EACE. Las mezclas con 7% de CEHU y 12% o 20% de EACE presentan una trabajabilidad dentro del rango ideal, destacando la mezcla con 20% de EACE con un asentamiento de 3.87 pulgadas.

Tabla 28

Roturas experimentadas bajo compresión con la combinación de CEHU y EACE (7 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Cargas aplicadas (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	26948	152.49	152.55	7 días
	CB-02	26861	152.41		
	CB-03	26853	151.75		
	CB-04	27058	153.53		
	CB-05	26960	152.56		
CB + 7% CEHU + 12% EACE	C°C-01	30178	170.55	170.54	
	C°C-02	30284	171.14		
	C°C-03	30172	170.51		
	C°C-04	30069	169.93		
	C°C-05	30184	170.58		
CB + 7% CEHU + 20% EACE	CC°-01	30387	171.96	172.02	
	CC°-02	30396	172.01		
	CC°-03	30392	171.98		
	CC°-04	30387	172.18		
	CC°-05	30393	171.99		

Se presentan los promedios de roturas a compresión a 7 días, siendo 152.55 kg/cm² para el concreto base y 172.02 kg/cm² para la combinación con 7% de CEHU y 20% de EACE, que mostró la mayor resistencia.

Tabla 29

Roturas experimentadas bajo compresión con la combinación de CEHU y EACE (14días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Cargas aplicadas (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	31911	180.82	180.70	14 días
	CB-02	31921	180.64		
	CB-03	32023	181.46		
	CB-04	31809	180.00		
	CB-05	31916	180.61		
CB + 7% CEHU + 12% EACE	C°C-01	35305	199.52	200.58	
	C°C-02	35473	200.74		
	C°C-03	35581	201.35		
	C°C-04	35468	200.71		
	C°C-05	35492	200.58		
CB + 7% CEHU + 20% EACE	CC°-01	35095	198.60	198.80	
	CC°-02	35084	198.53		
	CC°-03	35190	199.13		
	CC°-04	35186	199.11		
	CC°-05	35096	198.60		

Se presentan los promedios de roturas a compresión a 14 días, siendo 180.70 kg/cm² para el concreto base y 200.58 kg/cm² para la combinación con 7% de CEHU y 12% de EACE, que mostró la mayor resistencia.

Tabla 30

Roturas experimentadas bajo compresión con la combinación de CEHU y EACE (28días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Cargas aplicadas (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	37299	210.79	210.93	28 días
	CB-02	37289	211.01		
	CB-03	37285	210.71		
	CB-04	37283	210.98		
	CB-05	37269	211.18		
CB + 7% CEHU + 12% EACE	C°C-01	40981	231.60	231.68	
	C°C-02	40876	231.00		
	C°C-03	40938	231.66		
	C°C-04	41016	232.41		
	C°C-05	40948	231.72		
CB + 7% CEHU + 20% EACE	CC°-01	39906	225.82	225.86	
	CC°-02	39936	225.99		
	CC°-03	39958	226.12		
	CC°-04	39805	225.55		
	CC°-05	39908	225.83		

Se presentan los promedios de roturas a compresión a 28 días, siendo 210.93 kg/cm² para el concreto base y 231.68 kg/cm² para la combinación con 7% de CEHU y 12% de EACE, que mostró la mayor resistencia

Tabla 31

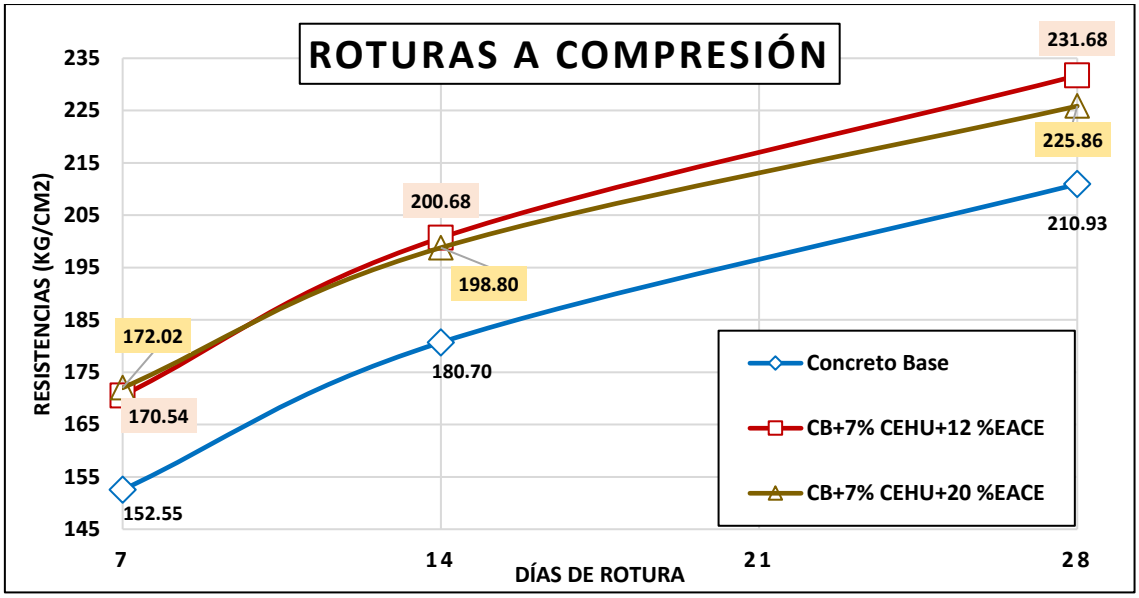
Roturas experimentadas bajo compresión con la combinación de CEHU y EACE

Comparativas de las fallas a compresión (kg/cm2)			
Concretos de prueba	Roturas a 7 días	Roturas a 14 días	Roturas a 28 días
Concreto Base	152.55	180.70	210.93
CB+7% CEHU+12 %EACE	170.54	200.68	231.68
CB+7% CEHU+20 %EACE	172.02	198.80	225.86

Se presentan las comparaciones de las roturas a compresión con la combinación de CEHU y EACE a diferentes edades.

Figura 19

Roturas experimentadas bajo compresión con la combinación de CEHU y EACE



El concreto con 7% de CEHU y 12% de EACE mostró los mejores resultados a los 28 días con una resistencia de 231.68kg/cm², siendo esta la opción óptima.

Tabla 32

Roturas experimentadas bajo flexión con la combinación de CEHU y EACE (7 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Lecturas del dial (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	1145.89	16.98	16.93	7 días
	CB-02	1139.63	16.89		
	CB-03	1140.48	16.90		
	CB-04	1142.73	16.95		
	CB-05	1140.92	16.93		
CB+7% CEHU+12 %EACE	C12-01	1653.66	24.50	23.15	
	C12-02	1562.74	23.15		
	C12-03	1566.88	23.21		
	C12-04	1464.92	21.70		
	C12-05	1564.44	23.18		
CB+7% CEHU+20 %EACE	C20-01	1332.95	19.75	19.82	
	C20-02	1239.76	18.37		
	C20-03	1340.62	19.86		
	C20-04	1337.84	19.82		
	C20-05	1437.92	21.30		

Se presentan los promedios de roturas a flexión a 7 días, siendo 16.93 kg/cm² para el concreto base y 23.15 kg/cm² para la combinación con 7% de CEHU y 12% de EACE, que mostró la mayor resistencia

Tabla 33

Roturas experimentadas bajo flexión con la combinación de CEHU y EACE (14 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Lecturas del dial (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	1682.46	24.94	24.90	14 días
	CB-02	1680.78	24.90		
	CB-03	1679.62	24.88		
	CB-04	1676.92	24.84		
	CB-05	1680.83	24.92		
CB+7% CEHU+12 %EACE	C12-01	1996.97	29.58	31.12	
	C12-02	2108.99	31.24		
	C12-03	2094.87	31.04		
	C12-04	2096.79	31.06		
	C12-05	2205.92	32.68		
CB+7% CEHU+20 %EACE	C20-01	1851.67	27.43	27.45	
	C20-02	1853.82	27.46		
	C20-03	1950.90	28.90		
	C20-04	1854.46	27.47		
	C20-05	1752.71	25.97		

Se presentan los promedios de roturas a flexión a 14 días, siendo 24.90 kg/cm² para el concreto base y 31.12 kg/cm² para la combinación con 7% de CEHU y 12% de EACE, que mostró la mayor resistencia.

Tabla 34

Roturas experimentadas bajo flexión con la combinación de CEHU y EACE (28 días)

Concretos de prueba	Unidades de pruebas	Lecturas del dial (kg)	Roturas (kg/cm2)	Promedio de roturas (kg/cm2)	Edad de roturas
Concreto Base	CB-01	2157.97	31.97	31.92	28 días
	CB-02	2154.67	31.96		
	CB-03	2152.84	31.89		
	CB-04	2150.69	31.88		
	CB-05	2151.91	31.88		
CB+7% CEHU+12 %EACE	C12-01	2518.64	37.31	37.41	
	C12-02	2524.72	37.40		
	C12-03	2426.56	35.95		
	C12-04	2527.62	37.45		
	C12-05	2628.77	38.94		
CB+7% CEHU+20 %EACE	C20-01	2227.12	32.99	34.57	
	C20-02	2341.24	34.69		
	C20-03	2339.32	34.66		
	C20-04	2426.46	35.95		
	C20-05	2332.54	34.56		

Se presentan los promedios de roturas a flexión a 28 días, siendo 31.92 kg/cm² para el concreto base y 37.41 kg/cm² para la combinación con 7% de CEHU y 12% de EACE.

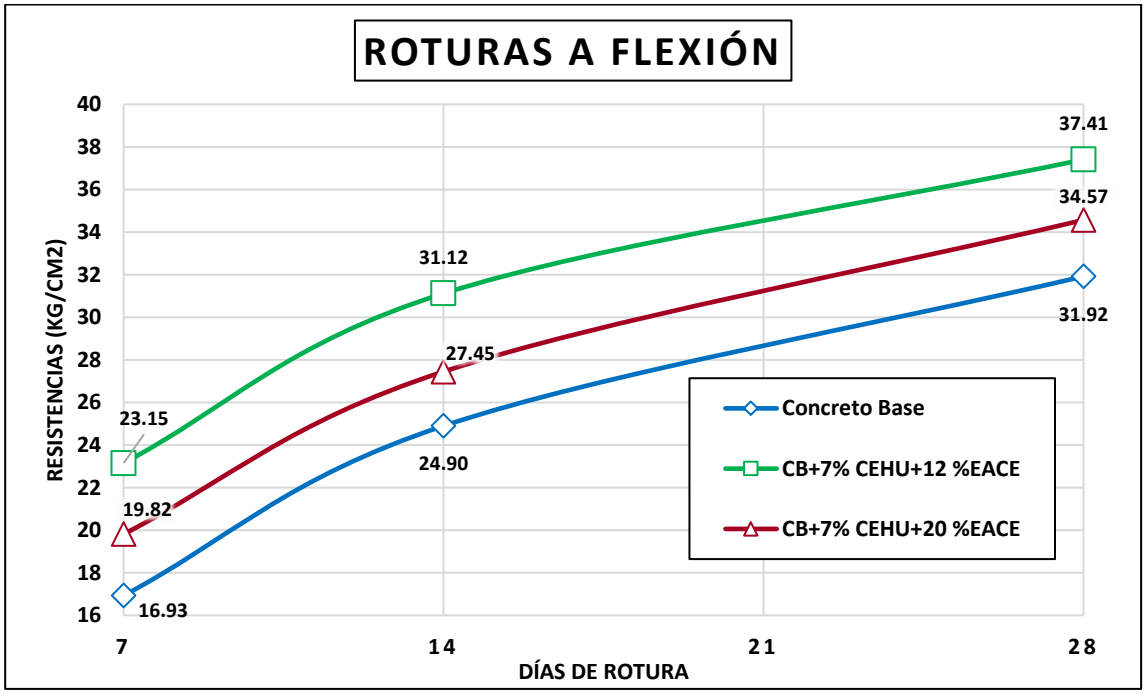
Tabla 35

Roturas experimentadas bajo flexión con la combinación de CEHU y EACE

Comparaciones de las roturas a flexión (kg/cm2)			
Concretos de prueba	Roturas a 7 días	Roturas a 14 días	Roturas a 28 días
Concreto Base	16.93	24.90	31.92
CB+7% CEHU+12 %EACE	23.15	31.12	37.41
CB+7% CEHU+20 %EACE	19.82	27.45	34.57

Figura 20

Roturas experimentadas bajo flexión con la combinación de CEHU y EACE



Se presentan las comparaciones de las roturas a flexión con la combinación de CEHU y EACE a diferentes edades. La mezcla con 7% de CEHU + 12%DE EACE muestra la mayor resistencia a 28 días con 37.41 kg/cm², siendo esta la opción óptima.

4.1.4 Comparación de resultados finales

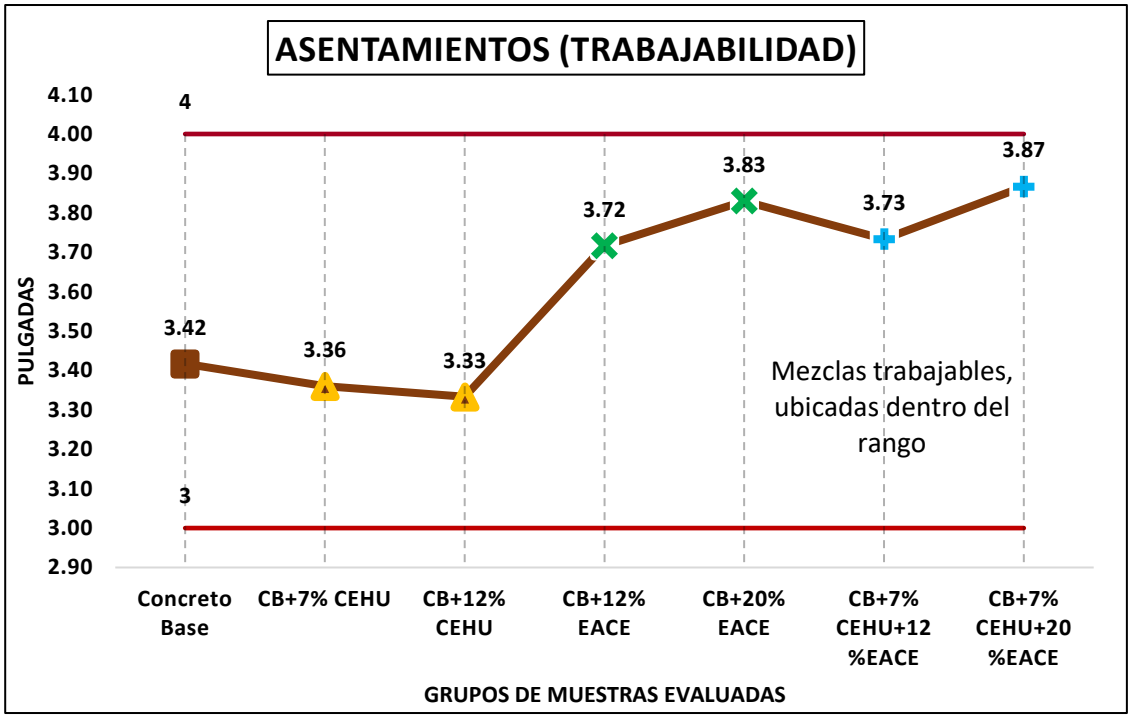
Tabla 36

Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas

Concretos de pruebas	Asentamientos en pulgadas	Rango aceptable del asentamiento
Concreto Base	3.42	
CB+7% CEHU	3.36	
CB+12% CEHU	3.33	
CB+12% EACE	3.72	3" a 4"
CB+20% EACE	3.83	
CB+7% CEHU+12 %EACE	3.73	
CB+7% CEHU+20 %EACE	3.87	

Figura 21

Evaluación de los asentamientos en las distintas mezclas estudiadas



Se evalúan los asentamientos en las distintas mezclas con combinaciones de CEHU y EACE. Las mezclas con 7% de CEHU y 12% o 20% de EACE presentan una trabajabilidad dentro del rango ideal, destacando la mezcla con 7% de CEHU y 20% de EACE con un asentamiento de 3.87 pulgadas.

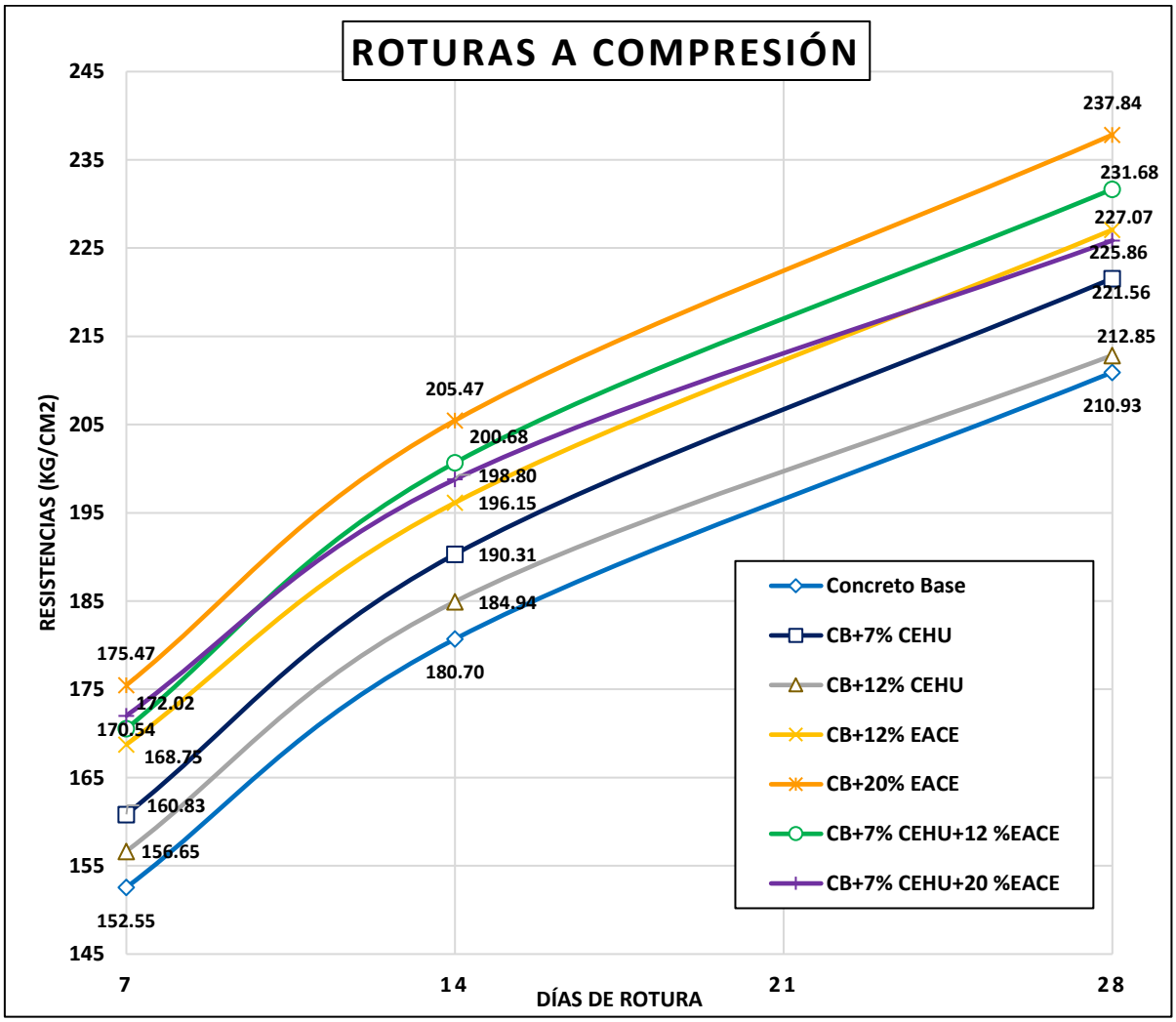
Tabla 37

Roturas experimentadas bajo compresión

Comparaciones de las roturas (kg/cm2)			
Concretos de prueba	Roturas a 7días	Roturas a 14días	Roturas a 28días
Concreto Base	152.55	180.70	210.93
CB+7% CEHU	160.83	190.31	221.56
CB+12% CEHU	156.65	184.94	212.85
CB+12% EACE	168.75	196.15	227.07
CB+20% EACE	175.47	205.47	237.84
CB+7% CEHU+12 %EACE	170.54	200.68	231.68
CB+7% CEHU+20 %EACE	172.02	198.80	225.86

Figura 22

Roturas experimentadas bajo compresión



Las mezclas con 20% de EACE y con 7% de CEHU y 12% de EACE muestran los mejores resultados a los 28 días, con 237.84 kg/cm² y 231.68 kg/cm² respectivamente, siendo estas las opciones óptimas, debido a los reemplazos en el agregado fino y el cemento.

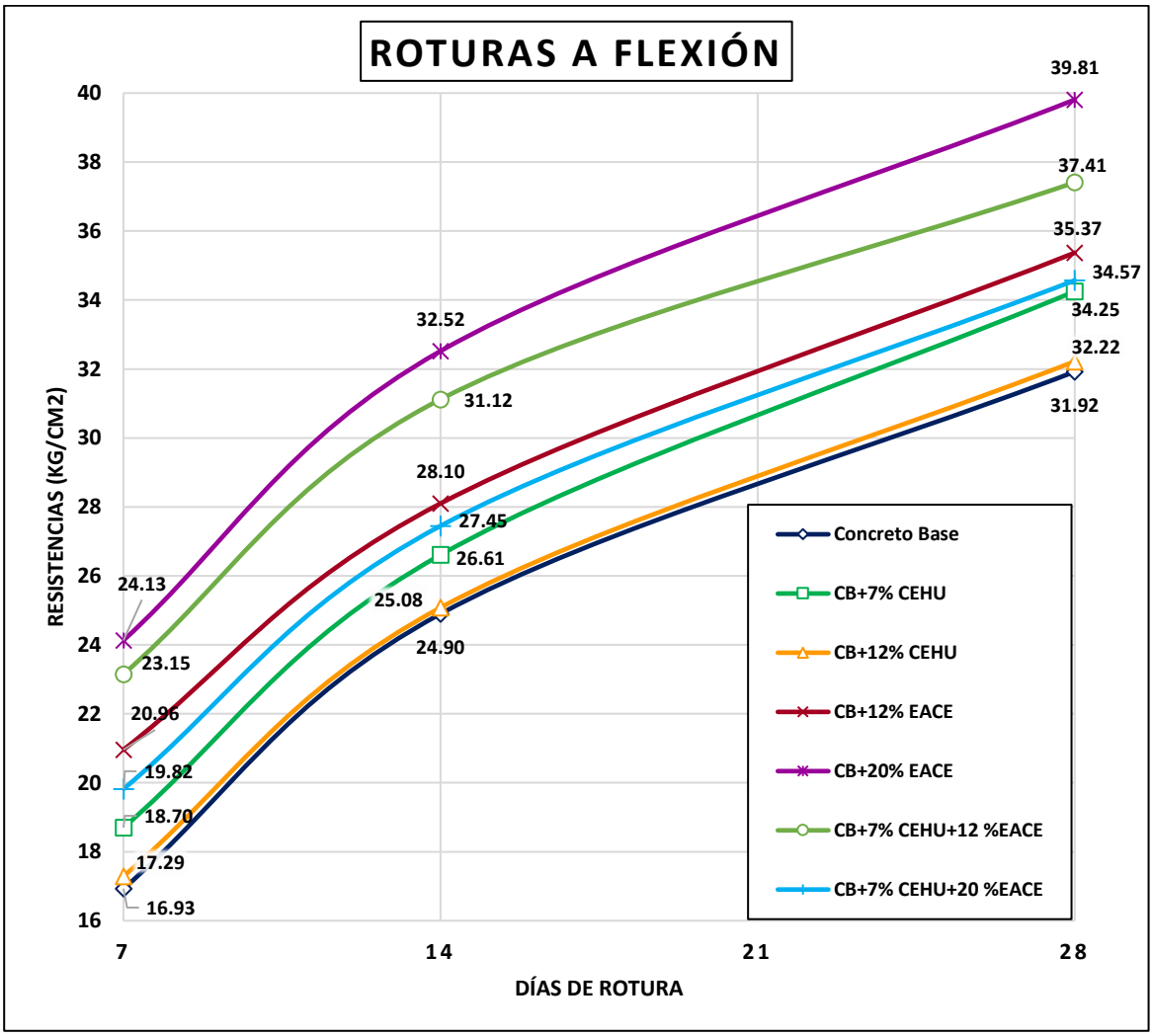
Tabla 38

Roturas experimentadas bajo flexión

Comparaciones de las roturas a flexión (kg/cm2)			
Concretos de prueba	Roturas a 7días	Roturas a 14días	Roturas a 28días
Concreto Base	16.93	24.90	31.92
CB+7% CEHU	18.70	26.61	34.25
CB+12% CEHU	17.29	25.08	32.22
CB+12% EACE	20.96	28.10	35.37
CB+20% EACE	24.13	32.52	39.81
CB+7% CEHU+12 %EACE	23.15	31.12	37.41
CB+7% CEHU+20 %EACE	19.82	27.45	34.57

Figura 23

Roturas experimentadas bajo flexión



Se presentan las comparaciones de las roturas a flexión para las distintas mezclas evaluadas. Las mezclas con 20% de EACE y con 7% de CEHU y 12% de EACE alcanzaron

las mayores resistencias a los 28 días, con 39.81 kg/cm² y 37.41 kg/cm² respectivamente, considerándose ambas como las más óptimas por sus reemplazos en el agregado fino y en el cemento.

4.2 Discusión de Resultados

Este exhaustivo estudio consistió en una investigación en profundidad sobre el efecto del uso de cenizas producidas por cáscara de huevo de crustáceo (CEHU) y escoria de acero (EACE) como sustitutos de un porcentaje parcial de concreto, en las propiedades físico-mecánicas que presenta el concreto ordinario. Por lo general, la información de antecedentes a nivel internacional y nacional proporciona una base sólida de conocimiento que permite una comparación, contraste y discusión críticas de los resultados de este estudio, contribuyendo así a una comprensión más amplia del tema.

Freire (2025) y Lozano et al (2024) revelan que la inclusión de ceniza de cáscara de huevo puede mejorar excepcionalmente las propiedades de resistencia del concreto, pero solo las proporciones más bajas de reemplazo contribuirían significativamente a esta mejora. No obstante, al aumentar el nivel de sustitución, especialmente en mezclas con 30% de ceniza, se produjo de manera constante una disminución significativa de la resistencia mecánica, lo cual es totalmente consistente con los resultados presentados aquí. En cambio, la incorporación de la sustitución media (es decir, 12% de CEHU en las mezclas) conduce a un aumento significativo tanto de la resistencia; por lo tanto, se confirma que una tasa moderada y bien controlada de CEHU puede ayudar enormemente a mejorar las propiedades del concreto, ya que muchos artículos se han publicado previamente sobre este tema.

Por otro lado, la escoria de acero ha demostrado, según investigaciones como las de Ramos (2024) y Camarena et al. (2022), que puede aumentar sustancialmente las propiedades del concreto, al tiempo que ofrece una alternativa ecológica para la reutilización de subproductos industriales. Este estudio refuerza esa idea, ya que las

mezclas con 20% de escoria de acero (EACE) mostraron notables incrementos en la resistencia a compresión y flexión, destacándose en comparación con las mezclas sin sustitución. La escoria de acero, como sustituto parcial del agregado fino, mejora la cohesión de la mezcla, lo que se traduce en un mejor comportamiento en cuanto a resistencia.

Un punto clave es la combinación de ambos materiales, CEHU y EACE, la cual mostró ser eficaz en ciertas proporciones. La mezcla con 7% de CEHU y 12% de EACE demostró ser la más óptima en términos de resistencia a compresión y flexión, superando tanto al concreto base como a otras combinaciones. Este resultado es consistente con las investigaciones de Elias (2022) y Palomino (2024), que sugieren que una combinación de materiales reciclados puede mejorar el rendimiento del concreto, al mismo tiempo que se favorece la sostenibilidad en la construcción.

A nivel nacional, estudios como los de Quispe (2024) y Espinoza & Riva (2023) también resaltan la viabilidad de los materiales reciclados como la escoria de cobre y la ceniza de cáscara de huevo para mejorar las propiedades del concreto, y los resultados obtenidos en este estudio coinciden con sus hallazgos. La combinación de escoria y ceniza como sustituto del agregado fino y del cemento, respectivamente, mostró un rendimiento comparable al de los concretes tradicionales, además de contribuir a la reducción de los impactos ambientales.

Los resultados de este estudio sugieren que el uso de ceniza de cáscara de huevo y escoria de acero como sustitutos parciales en el concreto convencional puede ser una alternativa viable y sostenible. Las mezclas con un 7% de CEHU y un 20% de EACE demostraron ser las más óptimas, mejorando la resistencia del concreto sin comprometer significativamente la trabajabilidad. Esto no solo respalda las investigaciones previas, sino que también proporciona nuevas perspectivas para la implementación de materiales reciclados en la construcción, promoviendo la sostenibilidad en la industria.

CONCLUSIONES

General, el estudio evaluó el impacto de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas. Los resultados indican que ambos materiales mejoraron las propiedades del concreto, manteniendo un asentamiento adecuado dentro del rango de trabajabilidad. Las mezclas con 7% de cenizas de cáscara de huevo y 20% de escoria de acero mostraron incrementos significativos en la resistencia a la compresión y flexión en comparación con el concreto base. La combinación más efectiva fue la de 7% de cenizas de cáscara de huevo y 12% de escoria de acero, alcanzando una resistencia a compresión de 231.68 kg/cm² a los 28 días.

Primero, la incorporación de cenizas de cáscara de huevo como sustituto parcial del cemento en el concreto convencional mejoró sus propiedades. El asentamiento de las mezclas con 7% y 12% de cenizas de cáscara de huevo, al igual que el concreto base, se mantuvo dentro del rango de 3" a 4". Con un 7% de cenizas de cáscara de huevo, la resistencia a compresión alcanzó 221.56 kg/cm² a los 28 días, frente a los 210.93 kg/cm² del concreto base y la resistencia a flexión fue de 34.25 kg/cm². Sin embargo, con un 12% de cenizas de cáscara de huevo, la resistencia a compresión disminuyó a 212.85 kg/cm², indicando que mayores proporciones de cenizas de cáscara de huevo reducen la eficacia del material en la mejora de las propiedades del concreto.

Segundo, la incorporación de escoria de acero como sustituto parcial del agregado fino mejoró significativamente las propiedades mecánicas del concreto. El asentamiento de las mezclas con 12% y 20% de escoria de acero, al igual que el concreto base, se mantuvo dentro del rango de 3" a 4". Con un 20% de escoria de acero, la resistencia a compresión alcanzó 237.84 kg/cm² a los 28 días, mientras que la resistencia a flexión fue de 39.81

kg/cm², mostrando una mejora considerable en comparación con el concreto base. Esto demuestra que la escoria de acero es un material útil y eficaz como sustituto parcial en el concreto.

Tercero, la combinación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero como sustitutos parciales en el concreto convencional mostró resultados destacados. La mezcla con 7% de cenizas de cáscara de huevo y 12% de escoria de acero fue la más óptima, alcanzando una resistencia a compresión de 231.68 kg/cm² a los 28 días, superior al concreto base (210.93 kg/cm²), y una resistencia a flexión de 37.41 kg/cm². Estas mezclas no solo mejoraron las propiedades mecánicas, sino que también mantuvieron la trabajabilidad dentro del rango ideal de asentamiento (3.00 a 4.00 pulgadas). Esto resalta la eficacia de la combinación de estos materiales reciclados para mejorar el rendimiento del concreto convencional y su potencial para ser aplicados en proyectos más sostenibles.

RECOMENDACIONES

Primero, se recomienda analizar el uso de menores porcentajes de cenizas de cáscara de huevo y mayores porcentajes de escoria de acería en el concreto, superiores a los empleados en esta investigación, para determinar su efecto en las propiedades mecánicas, durabilidad y desempeño en condiciones extremas del concreto.

Segundo, se recomienda hacer ensayos de durabilidad a largo plazo, como desgaste, permeabilidad, resistencia a ciclos de congelación y descongelación, para tener una idea del comportamiento del concreto con estos materiales reciclados a lo largo de su vida útil.

Tercero, se recomienda estudiar distintas mezclas de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero para encontrar la mejor proporción que beneficie las propiedades mecánicas del concreto en resistencia a la compresión y flexión sin afectar la trabajabilidad y durabilidad.

Cuarto, se recomienda realizar un análisis económico detallado sobre la viabilidad de implementar cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero a gran escala en la industria de la construcción, evaluando costos, disponibilidad de los materiales y beneficios a largo plazo en términos de sostenibilidad y reducción de costos en la producción de concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alanya Huaringa, S. R., & Zambrano Flores, M. G. (2023). *Influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de la subrasante en el diseño de un pavimento básico de la carretera C.P. Palomar – C.P. Sta. Elena, Pangoa, Junín*. https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/0d927fe5-a9f4-4c1c-a4d3-265292bac414

Bedoya Conde, A. F., Mendoza Holguín, J. A., & Rojas Guerrero, J. A. (2022). *Análisis comparativo de las propiedades físicas-mecánicas del mortero 1:2 y concreto 1:2:3 con adición de ceniza de cáscara de huevo*. https://hdl.handle.net/20.500.12494/46606

Bermudez Mauricio, W. R. (2022). *Efecto del mucílago de cactus (Echinopsis Pachanoi) y ceniza de cascara de huevo en la permeabilidad y resistencia del concreto f'c 210 kg/cm2*.

Camarena Flores, A., Díaz Garamendi, D., Camarena Flores, A., & Díaz Garamendi, D. (2022). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad del concreto tradicional versus un concreto utilizando escoria de acero como agregado fino.

Campoverde Ventura, E., & Torres Parra, J. A. (2024). *Influencia en las propiedades mecánicas del concreto utilizando escoria de acero de altos hornos y fibras de bambú, en el distrito de Pucará-Provincia Jaén-Departamento Cajamarca*. http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/13838

Cardenas Campos, A. D. (2024). Influencia de adición de polvo de cáscara de huevo al concreto en el comportamiento estructural de vivienda aporticada, Lima 2024.

Cárdenas, J. (2020). *Configuración del ensayo de Resistencia a Compresión con...* ResearchGate.

Chiroque Arrarte, T. A. Y., & Medina Moran, D. E. (2025). *Sustitución parcial del agregado fino por escoria de acero en propiedades del concreto 210 kg/cm2, Huacho – 2024*. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/11611

Condori, A. R. R., & Chachaqui, A. C. (2024). Diseño de Mezclas de Hormigon con Escoria de Fundición. *Horizonte Académico*, *4*(2), 67-89. https://doi.org/10.70208/3007.8245.v4.n2.33

Coral Santillan, L. M. (2024). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concreto utilizando acero reciclado como agregado grueso Iquitos—2023*. http://hdl.handle.net/20.500.14503/2802

Cordova, L. A. C., & Roman, T. G. (2025). Desempeño del hormigón incorporando escoria de cemento y cenizas volantes en estructuras de transporte en Piura – 2024. *Revista Ingeniería*, *9*(23), 43-53. https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v9i23.131

Cuyo Aija, D. A., & Yngles Cotera, B. J. (2024). Mejoramiento del esfuerzo a compresión y flexión del concreto f´c=280kg/cm2 con adición de fibras recicladas de acero galvanizado, para su aplicación en pavimentos, en Lima Metropolitana.

Duran Condori, F. L. (2024). *Influencia de ceniza de cáscara de huevo y fibras de acero en las propiedades del concreto de pavimentos rígidos, Puno 2024*.

Espinoza Orozco, V. E., & Riva Canepa, A. (2023). Diseño de concreto f´c 210 kg/cm2 con adición de cenizas de cáscaras de huevo y de arroz para reducir el consumo de cemento de las construcciones en la costa central y norte del Perú y minimizar las emisiones de CO2 en el ambiente al reducirse la producción de cemento. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. https://doi.org/10.19083/tesis/670629

Freire Herrera, G. J. (2025). *Comparación de hormigones elaborados con dosificación de 210 kg/cm2 con y sin adición de ceniza de cáscara de huevo*. https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/43577

Guzmán Gómez, D., & Reyes Díaz, R. (2024). *Análisis de la resistencia del concreto a compresión y flexión con adición de viruta de acero*.

Jara Castillejo, L. E., & Espinoza Guzman, V. A. (2024). Evaluación del efecto de la escoria siderúrgica de horno eléctrico, en el comportamiento mecánico y dinámico de las mezclas asfálticas convencionales. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/674814

Lozano Sanchez, V. D., Navarro Zabaleta, J. A., & Bolívar Sánchez, M. V. (2024). *Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad de mezclas de concreto, por el efecto de sustituciones parciales de cemento por cáscaras de huevo calcinadas*. https://saber.ucab.edu.ve/handle/123456789/866

Marquina Irigoin, L. A. (2023). *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto sustituyendo un porcentaje de cemento por polvo de cáscara de huevo*.

Ochoa Laurente, J. B., & Ochoa Laurente, J. B. (2023). Propuesta de incorporación de agregados de escoria de acero y fibras de polipropileno en mezclas asfálticas para reducir el agrietamiento por fatiga en la intersección de la Av. México y Parinacochas, La Victoria.

Osorio, E. (2023). *Propiedades físico-mecánicas del mortero con cascara de huevo frente a uno convencional, en muros de albañileria, Distrito de Pillco Marca – Huánuco 2022*. https://repositorio.unheval.edu.pe/item/4b1f9618-3df2-4a2d-ac15-2eb61c1b02cd

Quispe Benavente, A. L. (2024). Mejoramiento de las propiedades del concreto f'c = 210kg/cm2 para pavimento rígido incorporando escorias de cobre y fibras de aluminio, Puno-2023. *Universidad Continental*. https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/16574

Quispe Chipana, G., & Hancco Cahuapaza, G. V. (2025). *Efecto de la relación agua-cemento, tipo de agregado y características del cemento Rumi en la resistencia a la compresión del concreto en dos zonas de la región de Puno, 2024*. https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/25087

Ramos Huaman, A. J., & Torres Castillo, Y. (2024). *Adición de escoria de acero para aumentar la resistencia a la compresión del diseño de mezcla de concreto f´c=210 kg/cm2 para construcción de viviendas en el distrito de Lircay—Angaraes—Huancavelica*. https://hdl.handle.net/20.500.14597/8922

Ramos Vera, L. B. (2024). *Empleo de la escoria de acero como adición en la fabricación de hormigones, usos ventajas y desventajas* [bachelorThesis, Jipijapa - Unesum]. http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/7121

Rojas, D., Ayquipa, M., Angarita-Albornoz, A., & Rivera-Echegaray, L. A. (2025). Influencia de la cáscara de huevo molida como sustituto parcial de cemento en la resistencia mecánica y trabajabilidad de mezclas de concreto para pavimentos rígidos. *Advances in Building Education*, *9*(2), 50-62. https://doi.org/10.20868/abe.2025.2.5543

Suárez, M. A. R., Gómez, J. C. R., & Marroquín, J. D. S. (2025). Diseño de mezcla de concreto hidráulico con sustitución parcial del cemento en un 10% por residuos de cáscaras de huevo para la producción de estructuras sostenibles. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. https://doi.org/10.26507/paper.4706

Tello Huerta, R. F. N. (2022). Resistencia a compresión de los bloques de concreto no estructurales con adición de cáscara de huevo en porcentajes de 1%, 5% y 10% en el distrito, provincia, departamento de Huánuco. *Universidad de Huánuco*. https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/123456789/3449

Tirado Chavez, J. G. (2018). *Resistencia de un concreto con agregado grueso sustituido en un 45% y 48% por escoria de horno de arco eléctrico*.

Vargas Perez, E. (2024). *Agregado fino de mineral hierro molido para mejorar las propiedades mecánicas del concreto F´C210 kg/cm2, Andahuaylas – 2023*.

Vasquez Lazo, B. A. (2022). *Diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cáscara de huevo en la avenida mi Próceres en Chilca 2022*.

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXOS

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Anexo. Matriz de consistencia

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS - 2025				
Problemas	**Objetivos**	**Hipótesis**	**Variables**	**Inst. de Medición**
Problema General: ¿Cuál es el efecto de la aplicación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas - 2025?	**Objetivo General:** Evaluar el efecto de la aplicación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas - 2025.	**Hipótesis General:** La aplicación de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero en la mezcla del concreto convencional en el distrito de Cabanillas mejorara sus propiedades, como el asentamiento, las resistencias, en comparación con el concreto convencional del distrito de Cabanillas 2025.	**<u>Variable Independiente</u>** **- Cenizas de cascara de huevo.** Incorporación del 7% y 12% **-Escoria de acero.** *Incorporación del 12% y 20%.* **<u>Variable Dependiente</u>** **- Propiedades del concreto.** •*Asentamiento.* •*Resistencia a compresión.* •*Resistencia a flexión.*	Análisis de laboratorio de la mezcla. Medición de asentamiento (Cono de Abrams) Pruebas de compresión (Prensa de compresión) Pruebas de flexión (Máquina de flexión).
Problemas Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Específicas**		
1. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo como sustituto parcial del cemento en las propiedades del concreto convencional, en el distrito de Cabanillas? 2. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de escoria de acero como sustituto parcial del agregado fino en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas? 3. ¿Cuál es la combinación óptima de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero como sustitutos parciales en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas?	1. Determinar el efecto de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo como sustituto parcial del cemento en las propiedades del concreto convencional, en el distrito de Cabanillas. 2. Evaluar el efecto de la incorporación de escoria de acero como sustituto parcial del agregado fino en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas. 3. Analizar la combinación óptima de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero como sustitutos parciales en las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas.	1. La incorporación de cenizas de cáscara de huevo como sustituto parcial del cemento mejorara ciertas propiedades del concreto convencional, como la resistencia a compresión, en el distrito de Cabanillas. 2. La incorporación de escoria de acero como sustituto parcial del agregado fino mejorara las propiedades del concreto convencional, mejorando su resistencia en el distrito de Cabanillas. 3. La combinación óptima de cenizas de cáscara de huevo y escoria de acero como sustitutos parciales del cemento y el agregado fino mejora significativamente las propiedades del concreto convencional en el distrito de Cabanillas.		

Anexos. Fotografías



Fotografía 1. Material para el contenido de humedad



Fotografía 2. Pesaje para el contenido de humedad



Fotografía 3. Secado de muestras para el contenido de humedad



Fotografía 4. Análisis granulométrico



Fotografía 5. Peso unitario suelto y varillado del agregado



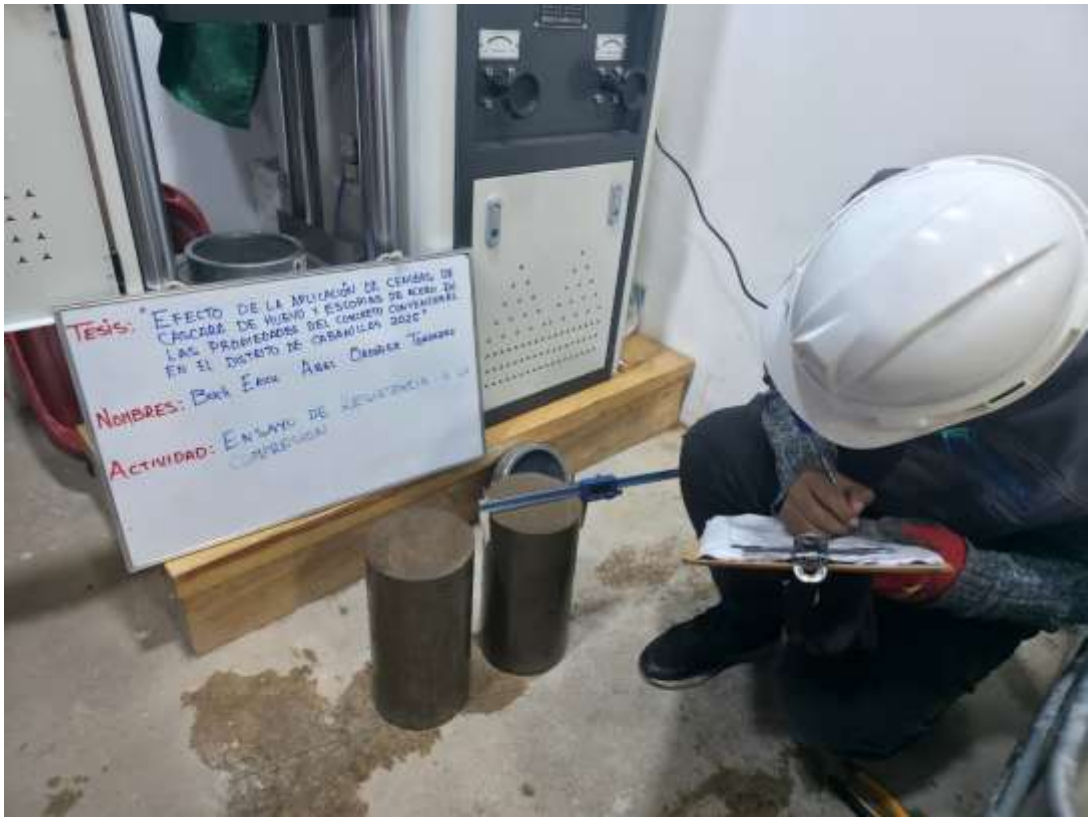
Fotografía 6. Materiales empleados (cascaras de huevo y escoria de acero)



Fotografía 7. Escoria de acero



Fotografía 8. Cascara de huevo



Fotografía 9. Dimensionamiento de briquetas



Fotografía 10. Rotura de briquetas

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	P.E. Y ABS. AG. FINO (NTP 400.021, ASTM C126, MTC E205) P.E. Y ABS. AG. GRUESO (NTP 400.022, ASTM C127, MTC E206)	Código	FRM_GR_EM_102-5
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 07/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	61.45	12.29	12.29	87.71
N° 16	72.64	14.53	26.82	73.18
N° 30	114.21	22.84	49.66	50.34
N° 50	127.45	25.49	75.15	24.85
N° 100	82.41	16.48	91.63	8.37
N° 200	39.46	7.89	99.52	0.48
FONDO	2.38	0.48	100.00	0.00
SUMA	500.00	100.00		
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico				
Mf = MODULO DE FINEZA		2.56		

Peso Específico y Absorción

A	-Peso de muestra secada al horno	479.62
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	494.59
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1332.57
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1695.04

PESO ESPECÍFICO

Wc+B = 1827 Wc+B-W = 132

$Pe = \frac{B}{Wc+B-W}$ = 3.74 gr/cm3

ABSORCIÓN

B = 494.59 B-A = 14.97

$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A}$ = 3.12 %

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	14.67	0.42	0.42	99.58
3/4"	387.23	11.06	11.48	88.52
1/2"	924.29	26.41	37.89	62.11
3/8"	870.73	24.88	62.77	37.23
1/4"	694.74	19.85	82.62	17.38
N° 4	608.34	17.38	100.00	0.00
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00
SUMA	3500.00	100.00		
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico				

Peso Específico y Absorción

A	-Peso de muestra secada al horno	789.87
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.59
Wc	-Peso de muestra sumergida en agua	1332.57
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1765.42

PESO ESPECÍFICO

Wc+B = 2133 Wc+B-W = 368

$Pe = \frac{B}{Wc+B-W}$ = 2.18 gr/cm3

ABSORCIÓN

B = 800.59 B-A = 10.72

$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A}$ = 1.36 %

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incbcari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC.	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012, ASTM C136, MTC E204)	Código	FRM_GR_EM_101
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 07/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CASCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO FINO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %
No8	2.380	61.45	12.29	12.29	87.71	80 - 100 %
No16	1.190	72.64	14.53	26.82	73.18	50 - 85 %
No30	0.590	114.21	22.84	49.66	50.34	25 - 60 %
No 50	0.300	127.45	25.49	75.15	24.85	10 - 30 %
No100	0.149	82.41	16.48	91.63	8.37	2-10%
No200	0.074	39.46	7.89	99.52	0.48	
BASE		2.38	0.48	100	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		0.48				

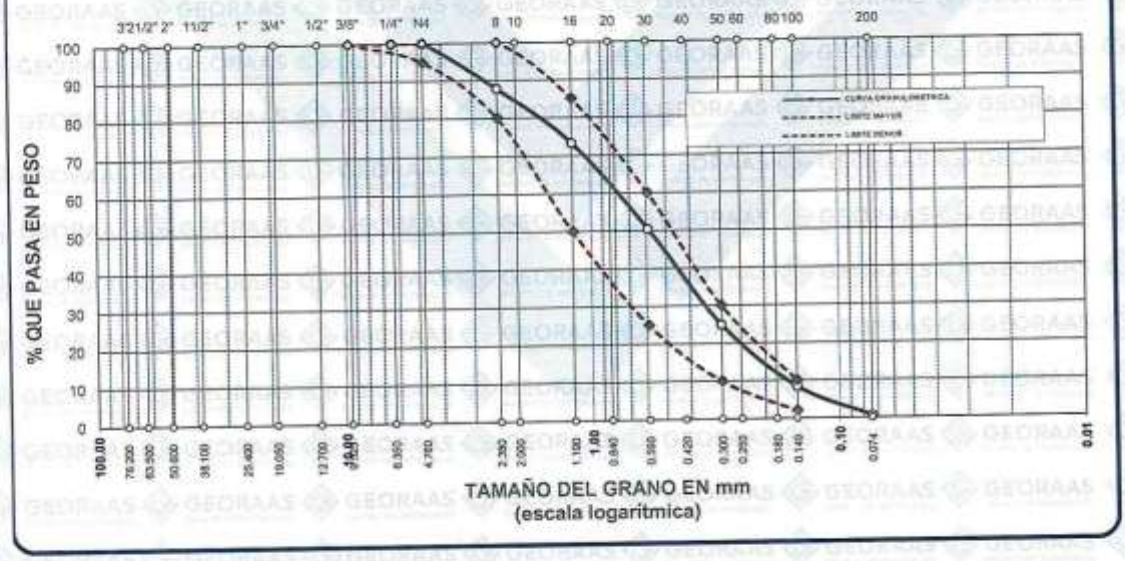
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial = 500.00 gr.

Módulo de Fineza = 2.56

OBSERVACIONES: -

CURVA GRANULOMÉTRICA AGREGADO FINO



OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incatari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012, ASTM C136, MTC E204)	Código	FRM_GR_EM_101
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 07/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO GRUESO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
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	100 %
1"	25.400	14.67	0.42	0.42	99.58	
3/4"	19.050	387.23	11.06	11.48	88.52	90 - 100 %
1/2"	12.700	924.29	26.41	37.89	62.11	
3/8"	9.525	870.73	24.88	62.77	37.23	20 - 55 %
1/4"	6.350	694.74	19.85	82.62	17.38	
No4	4.760	608.34	17.38	100.00	0.00	0 - 10 %
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0	
TOTAL		3500.00	100.00			
% PERDIDA		0.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial = 3500 gr.

Tamaño máx. nominal = 3/4"

OBSERVACIONES: -



OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhanglan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil C.I.P 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PESOS UNITARIOS (NTP 400.017, ASTM C29, MTC E203)	Código	FRM_GR_EM_107
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 07/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

CONTENIDO DE HUMEDAD

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
P.T. M. HUM	374.51	P.T. M. HUM	586.44
P.T.M. SECA	364.24	P.T.M. SECA	573.46
P.TARRO	39.14	P.TARRO	40.12
P AGUA	10.27	P AGUA	12.98
P.S.SECO	325.10	P.S.SECO	533.34
% HUMEDAD	3.16	% HUMEDAD	2.43

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO			
SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9124	5940	2104	1513
9118	5940	2104	1510
9112	5940	2104	1508
			1510
VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9462	5940	2104	1674
9470	5940	2104	1678
9479	5940	2104	1682
			1678

AGREGADO GRUESO			
SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12473	7968	3128	1440
12460	7968	3128	1436
12477	7968	3128	1441
			1439
VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12844	7968	3128	1559
12859	7968	3128	1564
12849	7968	3128	1560
			1561

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PESOS UNITARIOS (NTP 400.017, ASTM C29, MTC E203)	Código	FRM_GR_EM_107
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 07/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACION DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO FINO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5940 gr	5940 gr	5940 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2104 cm3	2104 cm3	2104 cm3
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9124.00 gr	9118.00 gr	9112.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3184.00 gr	3178.00 gr	3172.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.513 gr/cm3	1.510 gr/cm3	1.508 gr/cm3
PROMEDIO		1.510 gr/cm3	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5940 gr	5940 gr	5940 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2104 cm3	2104 cm3	2104 cm3
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9462.00 gr	9470.00 gr	9479.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3522.00 gr	3530.00 gr	3539.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.674 gr/cm3	1.678 gr/cm3	1.682 gr/cm3
PROMEDIO		1.678 gr/cm3	

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PESOS UNITARIOS (NTP 400.017, ASTM C29, MTC E203)	Código	FRM_GR_EM_107
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 07/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO GRUESO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	7968 gr	7968 gr	7968 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3128 cm3	3128 cm3	3128 cm3
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12473.00 gr	12460.00 gr	12477.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4505.00 gr	4492.00 gr	4509.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.440 gr/cm3	1.436 gr/cm3	1.441 gr/cm3
PROMEDIO		1.439 gr/cm3	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	7968 gr	7968 gr	7968 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3128 cm3	3128 cm3	3128 cm3
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12844.00 gr	12859.00 gr	12849.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4876.00 gr	4891.00 gr	4881.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.559 gr/cm3	1.564 gr/cm3	1.560 gr/cm3
PROMEDIO		1.561 gr/cm3	

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS (NTP 339.185, ASTM C566, MTC E215)	Código	FRM_GR_EM_106
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 07/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	374.51
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	364.24
PESO DEL TARRO (gr.)	39.14
PESO DE LAMUESTRA HUMEDA (gr.)	335.37
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	325.10
PESO DEL AGUA (gr.)	10.27
% HUMEDAD	3.16

AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	586.44
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	573.46
PESO DEL TARRO (gr.)	40.12
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	546.32
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	533.34
PESO DEL AGUA (gr.)	12.98
% HUMEDAD	2.43

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incahuari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.² ACI 211.1	Código	FRM_GR_EM_201
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	8 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 07/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO BASE	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

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 :

CARACTERISTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.18	3.74
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1561	1678
P.U. Suelto	1439	1510
% de Absorción	1.36	3.12
% de Humedad Natural	2.43	3.16
Modulo de Fineza	-	2.56

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nomin: 3/4" (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205** Lt/m3
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0** %

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhondan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308698 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.² ACI 211.1	Código	FRM_GR_EM_201
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	9 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 07/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO BASE	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.56**

6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

(205 Lt/m3) / (0.56) = 366 Kg/m3

7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.56 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1561 Kg/m3 y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de **0.644** m3 de agregado grueso por m3 de concreto.
Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

(0.644)*(1561) = 1005 Kg/m3

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

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

Volúmen absoluto de agua	= (205) / (1000)	= 0.205
Volúmen absoluto de cemento	= (366) / (2.85 * 1000)	= 0.128
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (1005) / (2.18 * 1000)	= 0.462
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.815

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.815) = 0.185 m3

(0.185) * (3.74) * 1000 = 692 Kg/m3

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

Agregado grueso húmedo (1005) * (1.024337) = 1030 Kg.
Agregado Fino húmedo (692) * (1.0316) = 714 Kg.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.² ACI 211.1	Código	FRM_GR_EM_201
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	10 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 07/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO BASE	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

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:

$$205 - 1005 * \left(\frac{2.43 - 1.36}{100} \right) - 692 \left(\frac{3.16 - 3.12}{100} \right) = 194$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
	(Kg/m3)	PESO SECO	(Kg/m3)	PESO HÚMEDO
Cemento	366.07	1.00	366.07	1.00
Agua	205.00	0.56	193.92	0.53
Agreg. Grueso	1005.25	2.75	1029.74	2.81
Agreg. Fino	691.81	1.89	713.63	1.95
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS / m3 DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	82.85 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	119.55 Kg.
Agua efectiva	:	22.51 Kg.

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies3

1.0 Bolsa de Cemento: Redondeo

-	**1.94**	p3 de Arena	**1.9**	p3 de Arena
-	**2.94**	p3 de Piedra Chancada	**2.9**	p3 de Piedra Chancada
-	**23**	Lt de Agua	**23**	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 item DOSIFICACION POR TANDAS.

* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_203
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 10/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO BASE	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	CONCRETO BASE	26948	152.49	210	10/11/2025	18/11/2025	7	72.62
2	CONCRETO BASE	26861	152.41	210	10/11/2025	18/11/2025	7	72.58
3	CONCRETO BASE	26853	151.75	210	10/11/2025	18/11/2025	7	72.26
4	CONCRETO BASE	27058	153.53	210	10/11/2025	18/11/2025	7	73.11
5	CONCRETO BASE	26960	152.56	210	10/11/2025	18/11/2025	7	72.65
		edio De R	152.55					72.64

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	CONCRETO BASE	31911	180.82	210	10/11/2025	25/11/2025	14	86.10
2	CONCRETO BASE	31921	180.64	210	10/11/2025	25/11/2025	14	86.02
3	CONCRETO BASE	32023	181.46	210	10/11/2025	25/11/2025	14	86.41
4	CONCRETO BASE	31809	180.00	210	10/11/2025	25/11/2025	14	85.72
5	CONCRETO BASE	31916	180.61	210	10/11/2025	25/11/2025	14	86.00
		edio De R	180.70					86.05

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	CONCRETO BASE	37299	210.79	210	10/11/2025	09/12/2025	28	100.38
2	CONCRETO BASE	37289	211.01	210	10/11/2025	09/12/2025	28	100.48
3	CONCRETO BASE	37285	210.71	210	10/11/2025	09/12/2025	28	100.34
4	CONCRETO BASE	37283	210.98	210	10/11/2025	09/12/2025	28	100.47
5	CONCRETO BASE	37259	211.18	210	10/11/2025	09/12/2025	28	100.56
		edio De R	210.93					100.44

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Inacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 10/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	28310	159.99	210	10/11/2025	18/11/2025	7	76.19
2	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	28422	160.62	210	10/11/2025	18/11/2025	7	76.49
3	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	28493	161.24	210	10/11/2025	18/11/2025	7	76.78
4	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	28540	161.50	210	10/11/2025	18/11/2025	7	76.91
5	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	28419	160.82	210	10/11/2025	18/11/2025	7	76.58
	edio De R		160.83					76.59

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	33638	190.35	210	10/11/2025	25/11/2025	14	90.64
2	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	33880	191.52	210	10/11/2025	25/11/2025	14	91.20
3	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	33648	190.16	210	10/11/2025	25/11/2025	14	90.55
4	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	33436	189.21	210	10/11/2025	25/11/2025	14	90.10
5	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	33631	190.31	210	10/11/2025	25/11/2025	14	90.63
	edio De R		190.31					90.62

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	39097	220.95	210	10/11/2025	09/12/2025	28	105.21
2	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	39110	221.91	210	10/11/2025	09/12/2025	28	105.67
3	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	39167	221.34	210	10/11/2025	09/12/2025	28	105.40
4	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	39299	222.09	210	10/11/2025	09/12/2025	28	105.76
5	C + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	39193	221.49	210	10/11/2025	09/12/2025	28	105.47
	edio De R		221.56					105.50

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308896 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EN_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 10/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	27690	156.69	210	10/11/2025	18/11/2025	7	74.62
2	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	27692	156.70	210	10/11/2025	18/11/2025	7	74.62
3	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	27680	156.64	210	10/11/2025	18/11/2025	7	74.59
4	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	27770	157.36	210	10/11/2025	18/11/2025	7	74.93
5	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	27541	155.85	210	10/11/2025	18/11/2025	7	74.21
		edio De Ri	156.65					74.59

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	32718	184.90	210	10/11/2025	25/11/2025	14	88.05
2	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	32627	184.39	210	10/11/2025	25/11/2025	14	87.80
3	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	32802	185.62	210	10/11/2025	25/11/2025	14	88.39
4	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	32718	184.90	210	10/11/2025	25/11/2025	14	88.05
5	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	32721	184.92	210	10/11/2025	25/11/2025	14	88.06
		edio De Ri	184.94					88.07

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	37719	213.45	210	10/11/2025	09/12/2025	28	101.64
2	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	37550	212.77	210	10/11/2025	09/12/2025	28	101.32
3	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	37529	212.09	210	10/11/2025	09/12/2025	28	100.99
4	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	37639	212.99	210	10/11/2025	09/12/2025	28	101.43
5	C + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	37634	212.97	210	10/11/2025	09/12/2025	28	101.41
		edio De Ri	212.85					101.36

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Br. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 10/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACION DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	C + 12% ESCORIA DE ACERO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 12% ESCORIA DE ACERO	29725	167.99	210	10/11/2025	18/11/2025	7	79.99
2	C + 12% ESCORIA DE ACERO	29944	169.45	210	10/11/2025	18/11/2025	7	80.69
3	C + 12% ESCORIA DE ACERO	29833	168.82	210	10/11/2025	18/11/2025	7	80.39
4	C + 12% ESCORIA DE ACERO	29846	168.67	210	10/11/2025	18/11/2025	7	80.32
5	C + 12% ESCORIA DE ACERO	29834	168.83	210	10/11/2025	18/11/2025	7	80.39
		edio De R	168.75					80.36

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 12% ESCORIA DE ACERO	34614	196.14	210	10/11/2025	25/11/2025	14	93.40
2	C + 12% ESCORIA DE ACERO	34643	195.78	210	10/11/2025	25/11/2025	14	93.23
3	C + 12% ESCORIA DE ACERO	34666	196.43	210	10/11/2025	25/11/2025	14	93.54
4	C + 12% ESCORIA DE ACERO	34677	196.23	210	10/11/2025	25/11/2025	14	93.44
5	C + 12% ESCORIA DE ACERO	34662	196.15	210	10/11/2025	25/11/2025	14	93.40
		edio De R	196.15					93.40

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 12% ESCORIA DE ACERO	40031	226.53	210	10/11/2025	09/12/2025	28	107.87
2	C + 12% ESCORIA DE ACERO	40135	227.12	210	10/11/2025	09/12/2025	28	108.15
3	C + 12% ESCORIA DE ACERO	40320	228.16	210	10/11/2025	09/12/2025	28	108.65
4	C + 12% ESCORIA DE ACERO	40019	226.46	210	10/11/2025	09/12/2025	28	107.84
5	C + 12% ESCORIA DE ACERO	40127	227.07	210	10/11/2025	09/12/2025	28	108.13
		edio De R	227.07					108.13

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhandlan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 10/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	C + 20% ESCORIA DE ACERO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 20% ESCORIA DE ACERO	31032	175.37	210	10/11/2025	18/11/2025	7	83.51
2	C + 20% ESCORIA DE ACERO	30921	174.74	210	10/11/2025	18/11/2025	7	83.21
3	C + 20% ESCORIA DE ACERO	31034	175.62	210	10/11/2025	18/11/2025	7	83.63
4	C + 20% ESCORIA DE ACERO	31138	176.21	210	10/11/2025	18/11/2025	7	83.91
5	C + 20% ESCORIA DE ACERO	31042	175.43	210	10/11/2025	18/11/2025	7	83.54
		Promedio De R	175.47					83.56

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 20% ESCORIA DE ACERO	36357	205.46	210	10/11/2025	25/11/2025	14	97.84
2	C + 20% ESCORIA DE ACERO	36463	206.06	210	10/11/2025	25/11/2025	14	98.13
3	C + 20% ESCORIA DE ACERO	36358	205.47	210	10/11/2025	25/11/2025	14	97.84
4	C + 20% ESCORIA DE ACERO	36262	204.93	210	10/11/2025	25/11/2025	14	97.58
5	C + 20% ESCORIA DE ACERO	36354	205.45	210	10/11/2025	25/11/2025	14	97.83
		Promedio De R	205.47					97.85

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 20% ESCORIA DE ACERO	42062	237.71	210	10/11/2025	09/12/2025	28	113.19
2	C + 20% ESCORIA DE ACERO	42008	238.03	210	10/11/2025	09/12/2025	28	113.35
3	C + 20% ESCORIA DE ACERO	42071	237.76	210	10/11/2025	09/12/2025	28	113.22
4	C + 20% ESCORIA DE ACERO	42037	237.88	210	10/11/2025	09/12/2025	28	113.28
5	C + 20% ESCORIA DE ACERO	42024	237.81	210	10/11/2025	09/12/2025	28	113.24
		Promedio De R	237.84					113.26

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Walter Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 7

SOLICITANTE	: Br. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	12/01/2026
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	C + 7% CEHU + 12% EACE
		FECHA EXPEDICIÓN	13/02/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 7% CEHU + 12% EACE	30178	170.55	210	12/01/2026	20/01/2026	7	81.21
2	C + 7% CEHU + 12% EACE	30284	171.14	210	12/01/2026	20/01/2026	7	81.50
3	C + 7% CEHU + 12% EACE	30172	170.51	210	12/01/2026	20/01/2026	7	81.20
4	C + 7% CEHU + 12% EACE	30069	169.93	210	12/01/2026	20/01/2026	7	80.92
5	C + 7% CEHU + 12% EACE	30184	170.58	210	12/01/2026	20/01/2026	7	81.23
		edio De R	170.54					81.21

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 7% CEHU + 12% EACE	35305	199.52	210	12/01/2026	27/01/2026	14	95.01
2	C + 7% CEHU + 12% EACE	35473	200.74	210	12/01/2026	27/01/2026	14	95.59
3	C + 7% CEHU + 12% EACE	35581	201.35	210	12/01/2026	27/01/2026	14	95.88
4	C + 7% CEHU + 12% EACE	35468	200.71	210	12/01/2026	27/01/2026	14	95.58
5	C + 7% CEHU + 12% EACE	35492	200.58	210	12/01/2026	27/01/2026	14	95.51
		edio De R	200.58					95.51

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	C + 7% CEHU + 12% EACE	40981	231.60	210	12/01/2026	10/02/2026	28	110.28
2	C + 7% CEHU + 12% EACE	40876	231.00	210	12/01/2026	10/02/2026	28	110.00
3	C + 7% CEHU + 12% EACE	40938	231.66	210	12/01/2026	10/02/2026	28	110.32
4	C + 7% CEHU + 12% EACE	41016	232.41	210	12/01/2026	10/02/2026	28	110.67
5	C + 7% CEHU + 12% EACE	40948	231.72	210	12/01/2026	10/02/2026	28	110.34
		edio De R	231.68					110.32

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Huacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 12/01/2026
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	C + 7% CEHU + 20% EACE	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	C + 7% CEHU + 20% EACE	30387	15.00	176.71	171.96	210	12/01/2026	20/01/2026	7	81.88
2	C + 7% CEHU + 20% EACE	30396	15.00	176.71	172.01	210	12/01/2026	20/01/2026	7	81.91
3	C + 7% CEHU + 20% EACE	30392	15.00	176.71	171.98	210	12/01/2026	20/01/2026	7	81.90
4	C + 7% CEHU + 20% EACE	30387	14.99	176.48	172.18	210	12/01/2026	20/01/2026	7	81.99
5	C + 7% CEHU + 20% EACE	30393	15.00	176.71	171.99	210	12/01/2026	20/01/2026	7	81.90
	Promedio De Rotura				172.02					81.92

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	C + 7% CEHU + 20% EACE	35095	15.00	176.71	198.60	210	12/01/2026	27/01/2026	14	94.57
2	C + 7% CEHU + 20% EACE	35084	15.00	176.71	198.53	210	12/01/2026	27/01/2026	14	94.54
3	C + 7% CEHU + 20% EACE	35190	15.00	176.71	199.13	210	12/01/2026	27/01/2026	14	94.83
4	C + 7% CEHU + 20% EACE	35186	15.00	176.71	199.11	210	12/01/2026	27/01/2026	14	94.82
5	C + 7% CEHU + 20% EACE	35096	15.00	176.71	198.60	210	12/01/2026	27/01/2026	14	94.57
	Promedio De Rotura				198.80					94.66

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	C + 7% CEHU + 20% EACE	39906	15.00	176.71	225.82	210	12/01/2026	10/02/2026	28	107.53
2	C + 7% CEHU + 20% EACE	39936	15.00	176.71	225.99	210	12/01/2026	10/02/2026	28	107.62
3	C + 7% CEHU + 20% EACE	39958	15.00	176.71	226.12	210	12/01/2026	10/02/2026	28	107.67
4	C + 7% CEHU + 20% EACE	39805	14.99	176.48	225.55	210	12/01/2026	10/02/2026	28	107.41
5	C + 7% CEHU + 20% EACE	39908	15.00	176.71	225.83	210	12/01/2026	10/02/2026	28	107.54
	Promedio De Rotura				225.86					107.55

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Ancacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION (NTP 339.078, ASTM C78, MTC E709)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 1

SOLICITANTE	: Br. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 10/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. L. C.
		TIPO DE MATERIAL	VIGA BASE
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICION	: 13/02/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA DE DISEÑO	15.00	15.00	50.00	1145.89	16.96	16.93	10/11/2025	18/11/2025	7
2	VIGA DE DISEÑO	14.99	15.00	50.00	1139.63	16.89		10/11/2025	18/11/2025	7
3	VIGA DE DISEÑO	15.00	15.00	50.00	1140.48	16.90		10/11/2025	18/11/2025	7
4	VIGA DE DISEÑO	15.00	14.99	50.00	1142.73	16.95		10/11/2025	18/11/2025	7
5	VIGA DE DISEÑO	15.00	14.99	50.00	1140.92	16.93		10/11/2025	18/11/2025	7

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA DE DISEÑO	14.99	15.00	50.00	1682.46	24.94	24.90	10/11/2025	25/11/2025	14
2	VIGA DE DISEÑO	15.00	15.00	50.00	1680.78	24.90		10/11/2025	25/11/2025	14
3	VIGA DE DISEÑO	15.00	15.00	50.00	1679.62	24.88		10/11/2025	25/11/2025	14
4	VIGA DE DISEÑO	15.00	15.00	50.00	1676.92	24.84		10/11/2025	25/11/2025	14
5	VIGA DE DISEÑO	14.99	15.00	50.00	1680.83	24.92		10/11/2025	25/11/2025	14

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA DE DISEÑO	15.00	15.00	50.00	2157.97	31.97	31.92	10/11/2025	09/12/2025	28
2	VIGA DE DISEÑO	15.00	14.99	50.00	2154.67	31.96		10/11/2025	09/12/2025	28
3	VIGA DE DISEÑO	15.00	15.00	50.00	2152.84	31.89		10/11/2025	09/12/2025	28
4	VIGA DE DISEÑO	14.99	15.00	50.00	2150.69	31.88		10/11/2025	09/12/2025	28
5	VIGA DE DISEÑO	15.00	15.00	50.00	2151.91	31.88		10/11/2025	09/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhafatay Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION (NTP 339.078, ASTM C78, MTC E709)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 10/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	PROMEDIO h (cm)	PROMEDIO L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	14.99	15.00	50.00	1235.98	18.32	18.70	10/11/2025	18/11/2025	7
2	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1240.72	18.38		10/11/2025	18/11/2025	7
3	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	14.99	50.00	1278.63	18.97		10/11/2025	18/11/2025	7
4	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1292.55	19.15		10/11/2025	18/11/2025	7
5	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	14.99	15.00	50.00	1260.60	18.69		10/11/2025	18/11/2025	7

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	PROMEDIO h (cm)	PROMEDIO L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	14.99	15.00	50.00	1794.52	26.60	26.61	10/11/2025	25/11/2025	14
2	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1791.64	26.54		10/11/2025	25/11/2025	14
3	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1835.31	27.19		10/11/2025	25/11/2025	14
4	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	14.99	50.00	1756.81	26.06		10/11/2025	25/11/2025	14
5	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1797.77	26.63		10/11/2025	25/11/2025	14

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	PROMEDIO h (cm)	PROMEDIO L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	2277.87	33.75	34.25	10/11/2025	09/12/2025	28
2	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	2319.63	34.36		10/11/2025	09/12/2025	28
3	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	2269.49	33.62		10/11/2025	09/12/2025	28
4	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	2383.81	35.32		10/11/2025	09/12/2025	28
5	VIGA + 7% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	2307.59	34.19		10/11/2025	09/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION (NTP 339.078, ASTM C78, MTC E709)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 10/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CASAHILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	
		FECHA EXPEDICIÓN	13/02/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	PROMEDIO h (cm)	PROMEDIO L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1144.66	16.96	17.29	10/11/2025	18/11/2025	7
2	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1165.56	17.27		10/11/2025	18/11/2025	7
3	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1218.39	18.05		10/11/2025	18/11/2025	7
4	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1168.58	17.31		10/11/2025	18/11/2025	7
5	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	14.99	15.00	50.00	1136.48	16.85		10/11/2025	18/11/2025	7

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	PROMEDIO h (cm)	PROMEDIO L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
2	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1722.99	25.53	25.08	10/11/2025	25/11/2025	14
2	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1660.79	24.60		10/11/2025	25/11/2025	14
3	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1689.66	25.03		10/11/2025	25/11/2025	14
4	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1665.69	24.68		10/11/2025	25/11/2025	14
5	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	1724.84	25.55		10/11/2025	25/11/2025	14

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	PROMEDIO h (cm)	PROMEDIO L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	2175.87	32.24	32.22	10/11/2025	09/12/2025	28
2	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	2247.96	33.30		10/11/2025	09/12/2025	28
3	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	2135.75	31.64		10/11/2025	09/12/2025	28
4	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	2140.88	31.72		10/11/2025	09/12/2025	28
5	VIGA + 12% CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO	15.00	15.00	50.00	2172.76	32.19		10/11/2025	09/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonfetan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION (NTP 339.078, ASTM C78, MTC E709)	Código	FRN_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 10/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CASAMILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. L. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/03/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	14.99	15.00	50.00	1413.87	20.96		10/11/2025	18/11/2025	7
2	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1412.92	20.93		10/11/2025	18/11/2025	7
3	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1466.67	21.73	20.96	10/11/2025	18/11/2025	7
4	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1414.18	20.95		10/11/2025	18/11/2025	7
5	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1364.92	20.22		10/11/2025	18/11/2025	7

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	14.95	15.00	50.00	1785.63	26.69		10/11/2025	25/11/2025	14
2	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1889.74	28.00		10/11/2025	25/11/2025	14
3	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1998.91	29.61	28.10	10/11/2025	25/11/2025	14
4	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1896.34	28.09		10/11/2025	25/11/2025	14
5	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1895.57	28.08		10/11/2025	25/11/2025	14

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2489.86	36.89		10/11/2025	09/12/2025	28
2	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2381.92	35.29		10/11/2025	09/12/2025	28
3	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2387.73	35.37	35.37	10/11/2025	09/12/2025	28
4	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2289.64	33.92		10/11/2025	09/12/2025	28
5	VIGA + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2387.59	35.37		10/11/2025	09/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Ihcacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION (NTP 339.078, ASTM C78, MTC E709)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	10/11/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	E. A. G. T.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	
		FECHA EXPEDICIÓN	13/02/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	PROMEDIO h (cm)	PROMEDIO L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1523.92	22.58	24.13	10/11/2025	18/11/2025	7
2	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1632.63	24.19		10/11/2025	18/11/2025	7
3	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1736.88	25.73		10/11/2025	18/11/2025	7
4	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	14.99	15.00	50.00	1624.94	24.09		10/11/2025	18/11/2025	7
5	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1624.79	24.07		10/11/2025	18/11/2025	7

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	PROMEDIO h (cm)	PROMEDIO L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2145.84	31.79	32.52	10/11/2025	25/11/2025	14
2	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2194.62	32.51		10/11/2025	25/11/2025	14
3	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2194.54	32.51		10/11/2025	25/11/2025	14
4	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2245.73	33.27		10/11/2025	25/11/2025	14
5	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2193.41	32.49		10/11/2025	25/11/2025	14

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	PROMEDIO h (cm)	PROMEDIO L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2686.12	39.82	39.81	10/11/2025	09/12/2025	28
2	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2684.97	39.78		10/11/2025	09/12/2025	28
3	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2786.81	41.29		10/11/2025	09/12/2025	28
4	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2687.70	39.82		10/11/2025	09/12/2025	28
5	VIGA + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2588.84	38.35		10/11/2025	09/12/2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION (NTP 339.078, ASTM C78, MTC E709)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 7

SOLICITANTE	: Br. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	12/01/2026
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACION DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	
		FECHA EXPEDICIÓN	13/02/2026

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1653.66	24.50	23.15	12/01/2026	20/01/2026	7
2	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1562.74	23.15		12/01/2026	20/01/2026	7
3	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1566.88	23.21		12/01/2026	20/01/2026	7
4	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1464.92	21.70		12/01/2026	20/01/2026	7
5	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1564.44	23.18		12/01/2026	20/01/2026	7

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1996.97	29.58	31.12	12/01/2026	27/01/2026	14
2	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2108.99	31.24		12/01/2026	27/01/2026	14
3	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2094.87	31.04		12/01/2026	27/01/2026	14
4	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2096.79	31.06		12/01/2026	27/01/2026	14
5	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2205.92	32.68		12/01/2026	27/01/2026	14

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2518.64	37.31	37.41	12/01/2026	10/02/2026	28
2	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2524.72	37.40		12/01/2026	10/02/2026	28
3	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2426.56	35.95		12/01/2026	10/02/2026	28
4	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2527.62	37.45		12/01/2026	10/02/2026	28
5	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 12% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2628.77	38.94		12/01/2026	10/02/2026	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION (NTP 339.078, ASTM C78, MTC E709)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS	FECHA MUESTREO	: 12/01/2026
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CASCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: E. A. O. T.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	VIGA + 7% CENIZAS CASCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/02/2026

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 + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1332.95	19.75	19.82	12/01/2026	20/01/2026	7
2	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1239.76	18.37		12/01/2026	20/01/2026	7
3	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1340.62	19.86		12/01/2026	20/01/2026	7
4	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1337.84	19.82		12/01/2026	20/01/2026	7
5	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1437.92	21.30		12/01/2026	20/01/2026	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 + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1851.67	27.43	27.45	12/01/2026	27/01/2026	14
2	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1853.82	27.46		12/01/2026	27/01/2026	14
3	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1950.90	28.90		12/01/2026	27/01/2026	14
4	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1854.46	27.47		12/01/2026	27/01/2026	14
5	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	1752.71	25.97		12/01/2026	27/01/2026	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 + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2227.12	32.99	34.57	12/01/2026	10/02/2026	28
2	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2341.24	34.69		12/01/2026	10/02/2026	28
3	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2339.32	34.66		12/01/2026	10/02/2026	28
4	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2426.46	35.95		12/01/2026	10/02/2026	28
5	VIGA + 7% CENIZAS CÁSCARA H. + 20% ESCORIA DE ACERO	15.00	15.00	50.00	2332.54	34.56		12/01/2026	10/02/2026	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X] Fecha de entrega: 15-06-2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ERICK ABEL ORDOÑEZ TERRAZAS
Dirección: Jr. TUPAC AMARU 546
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70846847
Teléfono: 986 474 057 email: erick99ot@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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]
Título: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ESCORIA DE ACERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE CABANILLAS 2025
Palabras claves, (3 a 5 términos): CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO, CONCRETO, ESCORIA DE ACERO Y PROPIEDADES DEL CONCRETO
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV [1,2]?
1

[1] Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
[2] Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Titulo ☐ 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 comérciales 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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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.

[X] Internacional

[ ] Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



Firma de Autor | huella digital | 15-06-2026 Fecha

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/