



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



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL
CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILMER PACOMPIA CCOSI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ
2024



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL
CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024
TESIS PRESENTADA POR:
Bach. WILMER PACOMPIA CCOSI
PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL
APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : 
Dr. LEONEL SOASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO : 
Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

SEGUNDO MIEMBRO : 
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS : 
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 665-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 17 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-08420 presentado por el (la) Bachiller: **WILMER PACOMPIA COOSI** 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. **WILMER PACOMPIA COOSI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Mgr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
- * **2do Miembro** : Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. EFRAIN PARILO SOSA.**

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

- * **FECHA** : Miércoles 24 de julio del 2024
- * **HORA** : 11:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

cc:
Archivo
interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 202-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 24 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 3739 presentado por el señor (a) **WILMER PACOMPIA COOSI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN** (borrador de tesis), el **PROVEIDO - N° 245 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 035 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **WILMER PACOMPIA COOSI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 035 - 2024 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

RESUELVE:

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

MILTON QUISEP HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 039-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-001035, presentado por el señor (a) WILMER PACOMPIA CCOSI solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 022-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 007-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: WILMER PACOMPIA CCOSI ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 007-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: WILMER PACOMPIA CCOSI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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. Efraín Parillo Sosa
 DECANO
 CIP. 47790



 Dr. Efraín Parillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
 Archivo 2024
 Interesado (a)



EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	11%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%




Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Wilmer Pacompia Ccosi
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	43800599
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-7917-0082
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Hernan Pedro Martinez Ramos
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01316765
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876



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



 Dr. Efraín Pantoja Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo WILMER PACOMPIA CCOSI, identificado con DNI Nro. 43800599, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

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

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

Juliaca 20 de agosto del 2024


Firma del Asesor (obligatoria)


Firma del Estudiante (obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo creativo y estructurado a Dios.



AGRADECIMIENTO

A nuestro creador.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN.....	XI

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problemas Específicos.....	2
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4.1 Justificación Técnica.....	3
1.4.2 Justificación Social.....	4
1.4.3 Justificación ambiental.....	4
1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.5.1 Hipótesis General.....	4
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	4
1.6 VARIABLES E INDICADORES.....	5
1.6.1 Variable Independiente.....	5
1.6.2 Variable Dependiente.....	5
1.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	7



2.1.2	Antecedente Nacional.....	10
2.1.3	Antecedentes regionales.....	13
2.2	BASES TEÓRICAS.....	15
2.2.1	Residuos metálicos de obras.....	15
2.2.1.1	<i>Incidencia del residuo metálico de obra en el concreto.....</i>	<i>17</i>
2.2.2	Concreto.....	19
2.2.2.1	<i>Clasificación del concreto.....</i>	<i>19</i>
2.2.2.2	<i>Propiedades físicas del concreto.....</i>	<i>22</i>
2.2.2.3	<i>Características mecánicas.....</i>	<i>24</i>
2.2.3	Cemento.....	26
2.2.3.1	<i>Cemento Portland:.....</i>	<i>27</i>
2.2.3.2	<i>Proceso de fabricación del cemento.....</i>	<i>27</i>
2.2.4	Agregados.....	28
2.2.4.1	<i>Tipos de Agregados.....</i>	<i>29</i>
2.2.4.2	<i>Propiedades del Agregado.....</i>	<i>30</i>
2.2.4.3	<i>Aplicaciones del Agregado en la Construcción.....</i>	<i>30</i>
2.2.4.4	<i>Agregados según su procedencia.....</i>	<i>31</i>
2.2.5	Diseño de mezclas.....	33
2.2.5.1	<i>Consideraciones Importantes:.....</i>	<i>34</i>
2.3	MARCO CONCEPTUAL.....	34
2.3.1	Agregado.....	34
2.3.2	Asentamiento.....	35
2.3.3	Cemento.....	35
2.3.4	Concreto.....	35
2.3.5	Resistencia a compresión.....	35
2.3.6	Residuos metálicos de obras.....	36

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.2	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.3	NIVEL Y TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.3.1	Nivel de la Investigación.....	38
3.3.2	Tipo de la investigación.....	38
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
3.4.1	Población.....	38
3.4.2	Muestra.....	38
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	39
3.5.1	Técnicas de recolección de datos.....	39



3.5.2	Instrumentos de recolección de datos	40
3.6	PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	41
3.6.1	Plan de investigación.....	41
3.7	PROCESAMIENTO DE DATOS	47

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	RESULTADOS OBTENIDOS.....	48
4.1.1	Resultados relacionados con las proporciones de los componentes en el diseño de mezclas de concreto convencional y con la incorporación de residuos metálicos de obra.	53
4.1.2	Resultados relacionados con el asentamiento del concreto fresco convencional al incorporar residuos metálicos de obra.....	57
4.1.3	Resultados referentes a la resistencia a la compresión del concreto convencional con la incorporación de residuos metálicos de obra.	59
4.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	82
CONCLUSIONES.....		85
RECOMENDACIONES.....		86
REFERENCIAS		87
ANEXOS		90



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables..... 6

Tabla 2 Cantidad de muestras..... 39

Tabla 3 Análisis granulométrico del AG..... 48

Tabla 4 Análisis granulométrico del AF 49

Tabla 5 Humedad de los materiales..... 49

Tabla 6 Peso unitario (suelto) AF..... 51

Tabla 7 Peso unitario (suelto) AG..... 51

Tabla 8 Peso unitario (Compactado) AF..... 52

Tabla 9 Peso unitario (Compactado) AG..... 52

Tabla 10 Características que presenta los agregados 53

Tabla 11 Dosificación según DM..... 55

Tabla 12 Proporción por m3..... 56

Tabla 13 Proporciones de residuos metálicos de obra..... 56

Tabla 14 Consistencia del concreto..... 58

Tabla 15 Resistencia de la muestra estándar a los 7 días..... 59

Tabla 16 Esfuerzo de la muestra estándar a los 14 días..... 60

Tabla 17 Resistencia de la muestra estándar a 28 días..... 62

Tabla 18 Resistencia concreto + residuos metálicos de obra al 2%, a 7 días..... 63

Tabla 19 Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 2%, a 14 días..... 65

Tabla 20 Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 2%, a 28 días..... 66

Tabla 21 Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 4%, a 7 días..... 68

Tabla 22 Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 4%, a los 14 días..... 69

Tabla 23 Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 4%, a 28 días..... 71

Tabla 24 Esfuerzo del concreto con residuos metálicos de obra al 6%, a los 7 días..... 72

Tabla 25 Esfuerzo del concreto con residuos metálicos de obra al 6%, a 14 días..... 74

Tabla 26 Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 6%, a 28 días..... 75

Tabla 27 Resistencias alcanzadas, concreto + residuos metálicos de obras, en 7 días..... 77

Tabla 28 Resistencias alcanzadas, concreto + residuos metálicos de obras, en 14 días..... 78

Tabla 29 Resistencias alcanzadas, concreto + residuos metálicos de obras, en 28 días..... 79

Tabla 30 Comparativo General de las resistencias alcanzadas, con residuos metálicos de obras..... 80



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ensayo del slump..... 23

Figura 2 Ensayo de fuerza a compresión..... 25

Figura 3 Ubicación de la cantera Unocolla..... 41

Figura 4 Residuos metálicos de obras 42

Figura 5 Equipo de esfuerzo a compresión..... 46

Figura 6 Dosificaciones del diseño de mezclas..... 55

Figura 7 Dosificaciones del diseño de mezclas..... 56

Figura 8 Proporciones, según diseño de mezclas..... 57

Figura 9 Asentamiento de concreto 58

Figura 10 Comportamiento de la resistencia a 7 días, de la muestra estándar. 59

Figura 11 Porcentajes de resistencia del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a los 7 días. 60

Figura 12 Esfuerzo a los 14 días, de la muestra estándar. 61

Figura 13 Porcentajes del esfuerzo del concreto estándar, a los 14 días. 61

Figura 14 Esfuerzo alcanzada a 28 días, de la muestra estándar. 62

Figura 15 Porcentajes del esfuerzo del concreto estándar, a 28 días..... 63

Figura 16 Resistencia a 7 días, del concreto + 2% de residuos metálicos de obra. 64

Figura 17 Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto + 2%, de residuos metálicos de obra, a 7 días.
..... 64

Figura 18 Resistencia 14 días, del concreto + 2% de residuos metálicos de obra. 65

Figura 19 Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto + 2%, de residuos metálicos de obra, a 14 días.
..... 66

Figura 20 Resistencia a 28 días, del concreto + 2% de residuos metálicos de obra. 67

Figura 21 Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto con de 2%, de residuos metálicos de obra, a los
28 días. 67

Figura 22 Resistencia a 7 días, del concreto + 4% de residuos metálicos de obra. 68

Figura 23 Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto + 4%, de residuos metálicos de obra, a 7 días.
..... 69

Figura 24 Resistencia a 14 días, del concreto + 4% de residuos metálicos de obra. 70

Figura 25 Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto con de 4%, de residuos metálicos de obra, a los
14 días. 70

Figura 26 Resistencia a 28 días, del concreto + 4% de residuos metálicos de obra. 71

Figura 27 Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto con de 4%, de residuos metálicos de obra, a los
28 días. 72

Figura 28 Resistencia a 7 días, del concreto + 6% de residuos metálicos de obra. 73

Figura 29 Porcentaje de resistencia del concreto + 6%, de residuos metálicos de obra, a 7 días..... 73

Figura 30 Resistencia a 14 días, del concreto + 6% de residuos metálicos de obra. 74

Figura 31 Porcentaje de resistencia del concreto + 6%, de residuos metálicos de obra, a los 14 días. 75



Figura 32 Resistencia a 28 días, del concreto + 6% de residuos metálicos de obra.	76
Figura 33 Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto con de 6%, de residuos metálicos de obra, a los 28 días.	76
Figura 34 Comportamiento de la resistencia en 7 días.	77
Figura 35 Comportamiento de la resistencia en 14 días.	78
Figura 36 Comportamiento de la resistencia en 28 días.	79
Figura 37 Comparativa de las resistencias en edades diferentes.	81



RESUMEN

La investigación titulada "Evaluación de las propiedades del concreto convencional con la adición de residuos metálicos de obras en el Distrito de San Miguel", se planteó con el objetivo de analizar los efectos de la incorporación de residuos metálicos en las propiedades del concreto. Para ello, se empleó un enfoque cuantitativo con un diseño experimental de tipo explicativo. se planteó con el objetivo de examinar el impacto de la inclusión de desechos metálicos sobre las propiedades del concreto. Para lograr este objetivo, se empleó una metodología cuantitativa, utilizando un diseño experimental explicativo. La muestra estuvo compuesta por 60 briquetas fabricadas con materiales provenientes de la cantera Unocolla. Los componentes de la mezcla se dosificaron de la siguiente manera: cemento (1.00), agua (0.56), agregado grueso (2.75) y agregado fino (1.81). Los hallazgos demostraron que la inclusión de desechos metálicos condujo a una reducción en el asentamiento del concreto, impactando así su trabajabilidad. El concreto sin ningún desperdicio exhibió un asentamiento de 3 pulgadas, pero las combinaciones que contenían 2%, 4% y 6% de desechos metálicos registraron asentamientos de 2.7, 2.4 y 2.1 pulgadas, respectivamente. Sin embargo, la adición de estos residuos resultó en un aumento en la resistencia a la compresión después de 28 días. El concreto convencional alcanzó una resistencia a la compresión de 216,72 kg/cm², mientras que las mezclas de hormigón que incluían 2%, 4% y 6% de residuos metálicos exhibieron valores de 224,60, 231,62 y 244,67 kg/cm², respectivamente. La combinación que contenía 6% de basura presentó la resistencia máxima. En definitiva, si bien la inclusión de residuos metálicos disminuye la comodidad de trabajar con el hormigón, al mismo tiempo mejora su capacidad para soportar la compresión. Esta mejora es más pronunciada cuando se incluye una proporción de 6% de residuos metálicos, lo que indica que es una opción viable para situaciones que exigen una resistencia sustancial.

Palabras Clave: Concreto, asentamiento, resistencia, residuos metálicos de obra.



ABSTRACT

The study titled "Assessment of the characteristics of traditional concrete with the inclusion of metallic waste from construction sites in the San Miguel District" was planned to examine the impact of including metallic trash on the properties of concrete. In order to achieve this objective, a quantitative methodology was employed, utilizing an explanatory experimental design. The sample comprised 60 briquettes fabricated using materials sourced from the Unocolla quarry. The mixture components were proportioned as follows: cement (1.00), water (0.56), coarse aggregate (2.75), and fine aggregate (1.81). The findings demonstrated that the inclusion of metallic debris led to a reduction in the settling of the concrete, hence impacting its workability. The concrete without any waste exhibited a settlement of 3 inches, but the combinations containing 2%, 4%, and 6% of metallic waste recorded settlements of 2.7, 2.4, and 2.1 inches, respectively. Nevertheless, the addition of these residues resulted in an increase in the compressive strength after 28 days. The conventional concrete achieved a compressive strength of 216.72 kg/cm², whereas the concrete mixes including 2%, 4%, and 6% metallic waste exhibited values of 224.60, 231.62, and 244.67 kg/cm², respectively. The combination containing 6% of garbage had the maximum strength. Ultimately, while the inclusion of metallic waste diminishes the convenience of working with the concrete, it concurrently enhances its capacity to withstand compression. This improvement is most pronounced when a 6% proportion of metallic waste is included, indicating that it is a feasible choice for situations demanding substantial strength.

Keywords: Concrete, settlement, compressive strength, metallic waste from construction.



INTRODUCCIÓN

La versatilidad, longevidad y resistencia del hormigón lo convierten en un material indispensable en la industria de la construcción. Sin embargo, una importante limitación medioambiental es el típico proceso de fabricación del hormigón, que libera gases de efecto invernadero y utiliza muchos recursos naturales. Para combatir este problema, el sector de la construcción ha emprendido una búsqueda incesante de sustitutos ecológicos del hormigón que sean igual de resistentes y duraderos, pero menos perjudiciales para el medio ambiente. El aprovechamiento de los residuos industriales y de la construcción es un enfoque prometedor en este marco concreto. Por ejemplo, los residuos metálicos mal manipulados son una fuente importante de contaminación y problemas de salud en la comunidad y el medio ambiente. La incorporación de estos desechos metálicos al hormigón podría aumentar su resistencia y longevidad y, al mismo tiempo, reducir los residuos de los vertederos. En esta tesis, nos centraremos en la región de San Miguel y sus obras en 2024 para determinar los efectos de combinar hormigón convencional con residuos metálicos. Este estudio pretende conocer cómo afecta la incorporación de estos residuos al hormigón a sus cualidades físicas y mecánicas mediante la realización de una batería de ensayos y análisis. También se examina hasta qué punto sería práctico utilizar este hormigón a gran escala en proyectos de construcción. Los métodos del estudio incluyen la recogida de chatarra metálica en varias obras de la zona de San Miguel. Después de recoger y procesar la basura, se hacen mezclas de hormigón utilizando diferentes proporciones de la basura. A continuación, se evaluarán el esfuerzo a presión, la resistencia a flexión y la durabilidad de las mezclas de hormigón a través de una serie de experimentos. Compararemos los resultados con los de mezclas de hormigón estándar sin aditivos. El objetivo principal de esta investigación es aumentar nuestros conocimientos sobre cómo emplear los desechos metálicos en proyectos de construcción. Además, espera inspirar al sector para que actúe de forma más responsable y sostenible. Tras



sopesar los pros y los contras, el objetivo es fomentar su uso en próximas normativas y proyectos de construcción en distrito de San Miguel.

Esta tesis consta por cuatro capítulos:

Capítulo I: El primer capítulo introduce el problema a investigar, proporcionando un análisis de la situación actual, una explicación detallada del problema y la definición de objetivos que guiarán el estudio.

Capítulo II: El capítulo presenta conceptos derivados de la teoría de lo concreto, desarrollados por renombrados autores e instituciones. Este apartado clarifica el concepto central del tema principal de la tesis, junto con otros conceptos necesarios para una comprensión completa de la investigación.

Capítulo III: El tercer capítulo proporciona una explicación detallada de la metodología de investigación, abarcando la definición del contexto de la investigación, la identificación del objeto de estudio, la determinación de la información requerida, la selección de los métodos adecuados para recoger de datos y la especificación del enfoque de investigación que se empleará.

Capítulo IV: El cuarto capítulo se centra en la formulación del tema principal de la investigación. Cada sección proporciona un análisis exhaustivo de los objetivos establecidos en el enfoque, considerando la finalidad de tesis y siguiendo el método previamente descrita.

Por último, esta tesis ofrece una visión general de objetivos y propone recomendaciones para el futuro avance en la materia.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática.

En el distrito de San Miguel, la industria de la construcción enfrenta un desafío creciente en la gestión y disposición de los residuos metálicos ocasionado por las obras. Estos residuos no solo representan un problema ambiental significativo debido a su acumulación y difícil degradación, sino que también plantean problemas económicos y logísticos para las empresas constructoras encargadas de su eliminación adecuada. En este contexto, surge la necesidad de explorar alternativas más sostenibles que no solo mejoren la gestión de residuos, sino que también potencien las propiedades del concreto.

El empleo de residuos metálicos de obra al concreto convencional presenta una posible solución para ambos problemas. Sin embargo, la falta de estudios exhaustivos sobre cómo esta adición afecta las propiedades del concreto genera incertidumbre en su aplicación práctica. Las propiedades mecánicas, durabilidad y viabilidad económica del concreto modificado con residuos metálicos no han sido adecuadamente evaluadas en el contexto específico de San Miguel.

Esta investigación tiene como objetivo principal evaluar el impacto de la incorporación de residuos metálicos en el concreto convencional, abordando varios



aspectos clave. En cuanto a las propiedades mecánicas, se analizará cómo estos residuos afectan la resistencia a la compresión, flexión y otras características estructurales del concreto. Además, se estudiará la durabilidad del concreto modificado bajo condiciones adversas, incluyendo corrosión y ciclos de carga repetitivos. Desde una perspectiva económica, se evaluará la viabilidad de recolectar y procesar residuos metálicos a nivel local para su inclusión en el concreto. También se explorará el potencial de esta práctica para fomentar la sostenibilidad en la construcción, reduciendo el impacto ambiental en el distrito de San Miguel. En última instancia, el estudio busca ofrecer soluciones innovadoras y sostenibles para mejorar las prácticas constructivas, promoviendo el uso responsable de materiales reciclados y mejorando la eficiencia de las obras.

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 Problema General.

¿Cuál es la variación de las propiedades del concreto convencional con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024?

1.2.2 Problemas Específicos.

1. ¿Cuáles son las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional y con la aplicación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024?
2. ¿Cuál es la variación del asentamiento del concreto convencional fresco con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024?
3. ¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión del concreto convencional con la incorporación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024?



1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 *Objetivo General*

Evaluar la variación de las propiedades del concreto convencional con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024.

1.3.2 *Objetivos Específicos.*

1. Establecer las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional y con la aplicación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024.
2. Determinar la variación del asentamiento del concreto convencional fresco con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024.
3. Determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto convencional con la incorporación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 *Justificación Técnica.*

Esta investigación es técnicamente relevante porque evalúa cómo la incorporación de residuos metálicos de obra afecta las propiedades mecánicas del concreto convencional, especialmente en términos de resistencia a la compresión y flexión. El estudio permitirá obtener datos precisos sobre las variaciones en la trabajabilidad y durabilidad del concreto modificado, lo que podría ofrecer alternativas tecnológicas para la industria de la construcción. La identificación de una proporción óptima de residuos metálicos en la mezcla permitirá desarrollar soluciones concretas para mejorar el rendimiento de las estructuras.



1.4.2 Justificación Social.

Socialmente, esta investigación promueve la reutilización de residuos metálicos, un problema común en las áreas urbanas en crecimiento, como el distrito de San Miguel. Al incentivar el uso de estos residuos en la construcción, se genera una oportunidad para reducir la cantidad de desechos que se generan en las obras, mejorando la gestión de residuos en la comunidad. Además, la aplicación de estos resultados puede contribuir a mejorar la calidad de vida de los residentes al impulsar construcciones más duraderas y económicas.

1.4.3 Justificación ambiental.

Desde una perspectiva ambiental, el proyecto tiene un gran impacto al reducir la cantidad de residuos metálicos que terminan en vertederos o contaminan el medio ambiente. La reutilización de estos materiales en el concreto convencional contribuye a la economía circular, promoviendo prácticas más sostenibles en la construcción y reduciendo la demanda de recursos naturales vírgenes. En consecuencia, se espera una disminución en la huella ecológica de la industria de la construcción en la región.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

La variación de las propiedades del concreto convencional con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024, será positiva.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

1. Las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional y con la aplicación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024, se dará de acuerdo a los lineamientos del método ACI 211.11.



2. La variación del asentamiento del concreto convencional fresco con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024, será mínima.
3. La variación de la resistencia a la compresión del concreto convencional con la incorporación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024, será positiva.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 *Variable Independiente.*

Residuos metálicos de obra

Indicadores:

- Proporción de adición en 2%
- Proporción de adición en 4%
- Proporción de adición en 6%

1.6.2 *Variable Dependiente*

Propiedades del concreto convencional

Indicadores:

- Dosificación de agregados
- Slump
- Resistencia a la compresión.

1.7 Operacionalización de Variables.



Tabla 1

Operacionalización de variables.

Variable Independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Residuos metálicos de obra	El concreto comúnmente utilizado en la construcción, que sigue las prácticas y especificaciones estándar de la industria.	Proporciones	2% 4% 6%	Ficha de toma de datos
			Propiedades y característica de los agregados	
Variable Dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Propiedades mecánicas	Las atributos físico-mecánicas del concreto convencional pueden cambiar dependiendo de la proporción de los ingredientes, el tipo de cemento empleado y otros factores.	Propiedades mecánicas	Asentamiento	Equipos de laboratorio
			Resistencia a compresión	



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 *Antecedentes Internacionales.*

Puneet y Kumar (2022), en su artículo titulado "Sostenibilidad del uso de fibras de acero recicladas en el hormigón". Muchos recursos casi se han agotado debido a la actividad de la construcción, que requiere muchos recursos. Una parte integral de este sector es el hormigón. Debido tanto a las nuevas construcciones como a la destrucción de edificios antiguos, la demanda de hormigón aumenta en los países emergentes. Como consecuencia, la producción total de basura se ha disparado. Entre el cinco y el siete por ciento de las emisiones mundiales de dióxido de carbono proceden de la producción de hormigón. La incorporación de residuos industriales, como las cenizas volantes, como elemento de relleno es una de las tácticas utilizadas para hacer el hormigón más sostenible desde el punto de vista medioambiental. Esto no sólo reduce el efecto negativo del hormigón sobre el medio ambiente, sino que también tiene ventajas económicas. El excepcional esfuerzo a tracción es otra característica distintiva del hormigón. La producción de hormigón de alto rendimiento implica a menudo el uso de fibras. Reutilizar las fibras de la basura que de otro modo iría a parar a los vertederos tiene varias ventajas,



como ahorrar dinero, ayudar al medio ambiente y reducir la presión sobre los recursos naturales. Los vehículos son cada vez más importantes en la sociedad moderna. Los neumáticos de estos vehículos se desgastan y acaban tirándose a la basura. Las fibras recuperadas de los neumáticos reciclados pueden utilizarse para fabricar un hormigón de alto rendimiento que es menos frágil que el hormigón normal. Si buscas una respuesta a largo plazo para la gestión de residuos y una forma de fabricar hormigón que sea mejor para el medio ambiente, este artículo explica cómo las fibras recicladas pueden ser un buen sustituto de las fibras fabricadas en las fábricas.

Frazão y García (2022) su artículo "Technical and environmental potentialities of recycled steel fiber reinforced concrete for structural applications" El refuerzo de hormigón con FAR (RSF) en lugar de fibras de acero industriales es el objeto de este estudio, que examina los efectos a nivel de material de esta sustitución y cómo afecta al medio ambiente y a la tecnología. Las ecuaciones constitutivas para la postfisuración en RSFRC e ISFRC se derivaron de simulaciones numéricas de hormigón mejorado con fibras de acero. Los resultados de la simulación para RSFRC e ISFRC fueron altamente congruentes con los datos reales, permitiendo la determinación de correlaciones entre la tensión de tracción y la anchura de fractura. La solución a flexión de una viga de acero RSFRC de sección en T se modeló utilizando estas ecuaciones, haciendo hincapié en la situación de fallo por cizalladura. Se compararon las implicaciones medioambientales del RSF en hormigón y del ISFRC mediante una técnica de prueba del ciclo de vida. La fabricación de RSFRC tuvo un efecto menor sobre el medio ambiente que la de ISFRC, incluso si los dos tipos de hormigón eran igual de resistentes.

(Caggiano, Folino, Lima, Martinelli, & Pepe, 2017) su artículo "On the mechanical response of Hybrid Fiber Reinforced Concrete with Recycled and Industrial Steel Fibers". Los investigadores de la investigación probaron compuestos cementosos reforzados interiormente con fibras de acero de diversas procedencias, incluidos neumáticos



recicladados. Estas fibras complementaban o quizá sustituían a las fibras de acero industriales más tradicionales. Se probó el comportamiento de cada una de las seis mezclas de hormigón en compresión y flexión. En las mezclas se utilizaron diferentes proporciones de fibras de acero procedentes de fuentes recicladas o industriales. El hormigón armado con sustitución de cenizas de combustible (FAR) fabricado a partir de neumáticos usados mostró resultados prometedores, confirmando lo que los científicos sospechaban. Además, dadas las cualidades geométricas adecuadas, las FAR pueden sustituir a una cantidad comparable de fibras de acero comerciales sin comprometer significativamente el rendimiento mecánico.

Luna y Castillo (2018) en su investigación titulado "Algunas Consideraciones Teóricas Sobre el Aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición en la Producción de Árido Reciclado". Este artículo examina de cerca los problemas teóricos que rodean a los escombros de creación y demolición, analizándolos desde la perspectiva de la teoría económica marxista. Este documento ofrece una sinopsis de los tipos de residuos clasificados por diferentes autores según sus propios criterios. Al categorizar estos residuos, podemos aprender más sobre su historia, de dónde proceden y qué tipo de tratamiento se requiere para reciclarlos. El modo de producción capitalista, según la teoría económica marxista, conduce a la acumulación de capital y a la búsqueda de beneficios mediante la explotación intensiva de los recursos naturales, lo que a su vez provoca la enorme generación de residuos. Desde este punto de vista, los residuos de los proyectos de creación y demolición se consideran un reflejo de las contradicciones del sistema capitalista y de la tendencia a trasladar los costes medioambientales a otras partes. El reciclaje se comercializa como una opción más ecológica, ya que reduce el consumo de áridos convencionales y otros recursos no renovables. El reciclaje y la reutilización de los escombros de construcción y demolición pueden reducir la necesidad de extraer materias primas, lo que disminuye el impacto medioambiental causado por la minería. Dado que a menudo se necesita menos energía para producir nuevos materiales a partir de recursos



recicladados que para producir nuevos materiales a partir de recursos vírgenes, el reciclaje también ayuda a reducir el consumo de energía. En cada etapa del proceso de reciclado - desde la recogida de basuras hasta su clasificación y procesamiento- se crean nuevos puestos de trabajo. Además de reforzar las economías locales, estas actividades crean perspectivas de empleo y animan a los trabajadores a adquirir nuevas competencias. El reciclaje también contribuye al desarrollo sostenible, ya que tiene en cuenta factores sociales, económicos y medioambientales a la hora de gestionar la basura. El reciclaje contribuye a acercarnos a una economía circular, en la que los recursos se utilizan durante más tiempo, se maximiza su valor y se reducen los residuos al disminuir la basura de los vertederos y el efecto medioambiental de construir y derribar estructuras. Por último, este estudio subraya la importancia de abordar los escombros de demolición y construcción desde un punto de vista teórico y práctico que reconozca las dificultades y posibilidades que ofrece. Es posible lograr un sistema de gestión de residuos más igualitario y respetuoso con el medio ambiente con el uso de sistemas integrados que incorporen prácticas de reciclaje y la teoría económica marxista.

2.1.2 Antecedente Nacional.

Ventura y Quispe (2023) su investigación titulada "Diseño de concreto incorporando residuos metálicos de obra para incrementar la resistencia de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – Piura, 2023". El objetivo principal de este estudio es incorporar escombros metálicos de construcción en los diseños de hormigón para aumentar su resistencia a $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en Piura, 2023. Tanto la practicidad como la evidencia real apoyan esta estrategia. Entre los habitantes había escombros metálicos incrustados dentro de una estructura de hormigón con un esfuerzo a compresión. En total, se utilizaron cuarenta y ocho especímenes cilíndricos en la investigación. Los resultados se compararon con los del hormigón ordinario utilizando 3%, 6% y 9% de RM como sustituto parcial del árido grueso. De los datos se desprende claramente que los RM afectan a los atributos mecánicas del hormigón. Tras realizar ensayos de tensión de compresión media en las probetas, se comprobó que, a los



28 días, los valores de tensión de compresión eran de 223 kg/cm², 225 kg/cm² y 227 kg/cm², respectivamente, cuando los restos metálicos se sustituían parcialmente por árido grueso en los porcentajes mencionados. La resistencia del hormigón de referencia fue de 221 kg/cm², y estos resultados fueron superiores. En definitiva, los residuos metálicos elevan la tensión por encima tanto de la resistencia media del hormigón de referencia de 221 kg/cm² como de la resistencia de diseño de $f'c = 210$ kg/cm².

Bonet (2022) en su tesis titulado "Propiedades físico-mecánicas del concreto en pavimento rígido $F'c=280$ kg/cm² con adición de residuos metálicos de obra, Cusco 2022". Para examinar las propiedades físicas del concreto, se utilizaron las muestras previamente elaboradas. En cuanto a las propiedades mecánicas, se seleccionaron 32 viguetas y 32 briquetas, las cuales fueron sometidas a rigurosas pruebas de resistencia a la flexión y a la compresión, respectivamente. El muestreo se realizó mediante un enfoque no probabilístico, siguiendo los lineamientos de la norma técnica E060, asegurando que las pruebas cumplieran con los estándares de calidad establecidos. Los resultados indicaron que al incrementar la adición de residuos metálicos de obra (RMO), tanto el asentamiento como la trabajabilidad del concreto se ven comprometidos negativamente, debido a la reducción de la plasticidad de la mezcla. A su vez, se observó que el peso unitario del concreto incrementa de manera proporcional a la cantidad de RMO incorporada, lo cual puede influir en su densidad y en la resistencia a largo plazo. Sin embargo, se evidenció que la inclusión de un 5% de RMO optimiza las propiedades mecánicas, ya que se registraron mejoras significativas en la resistencia tanto a la compresión como a la flexión, lo que sugiere que esta proporción de residuos metálicos es la más adecuada para lograr un equilibrio entre trabajabilidad y resistencia estructural en aplicaciones específicas.

Juárez (2021) en su tesis titulado "Evaluación de propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm² con la adición de clavos reciclados, Cusco 2021". Este estudio se propuso evaluar cómo las propiedades mecánicas del concreto con una resistencia a la



compresión de $f'c$ 210 kg/cm² en Cusco, Perú, en 2021 se vieron afectadas por el uso de clavos reciclados. En el estudio se utilizó una estrategia cuantitativa y un diseño cuasi-experimental, el cual se realizó utilizando una técnica de investigación aplicada. Se mezcló concreto con diferentes porcentajes de clavos reciclados (0%, 8%, 10% y 12% en peso) con la población de Cusco, y la mezcla resultante tuvo un esfuerzo de $f'c$ 210 kg/cm². Los 96 especímenes utilizados fueron las siguientes 32 testigo para prueba de tracción, 32 viguetas para test de flexión y 32 briquetas para compresión y módulo de Young. Para determinar la resistencia media estándar, las 32 briquetas se dividieron en cuatro categorías. En cada grupo de cuatro briquetas, se encontraron diferentes tasas de clavado: 8%, 10%, 12% y control de hormigón estándar. Aunque el enfoque de la muestra seguía las directrices establecidas en la norma E060, no se basaba en probabilidades y el investigador era libre de realizar tantos experimentos como considerase oportuno. Los resultados primarios mostraron que una dosis de clavos del 10% era óptima para aumentar tanto la resistencia como el módulo de Young. Esto condujo a una notable mejora del 6,34% y el 3,12%, respectivamente, en similitud con el hormigón normal. En comparación con la resistencia del hormigón normal, la dosis óptima para los ensayos de tracción y flexión resultó ser del 12% de clavos, lo que condujo a mejoras del 16,61% y 59,88%, respectivamente. Los ensayos utilizaron el aditivo acelerado Sika 3 y duraron 14 días, simulando un periodo de 28 días. Basándose en estas características únicas, los resultados indican que las dosis óptimas deberían modificarse.

Saavedra y Benites (2021) en su tesis titulado "Influencia de las fibras de acero reciclado y comercial sobre las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Trujillo 2020". Debido al aumento de la demanda en este negocio, muchas empresas metalúrgicas producen ahora chatarra. Dado que estas virutas se fabrican a partir de aceros de alta resistencia, se asemejan a las fibras de acero comerciales en aspecto y tacto. Aprovechando esta oportunidad, estudiaremos los efectos de incorporar fibras recicladas o virutas de acero en el hormigón húmedo y seco. Nuestro objetivo es proponer



esta solución como forma de mejorar la fuerza a flexión y a la compresión de los edificios de hormigón. Con una fuerza compresión y a la flexión de $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, este estudio pretende comparar y contrastar el rendimiento de las FR y comerciales en el hormigón. Se tendrán en cuenta fracciones de fibra del 1%, 2,5% y 4%. En comparación con el hormigón sin aditivos de fibra, el rendimiento de las fibras de acero recicladas debería ser equivalente al de las fibras comerciales, lo que permitiría su sustitución como material alternativo. Por último, pero no por ello menos importante, evaluaremos las ventajas económicas y ecológicas del reciclado realizando un análisis de costes y beneficios.

2.1.3 Antecedentes regionales.

Chura y Quispe (2022) en su tesis "Influencia de la fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos, Puno – 2021. Los neumáticos en cuestión son muy perjudiciales para los ecosistemas y la salud humana en todo el mundo. La creación de pavimentos rígidos, componentes estructurales y otras piezas depende en gran medida del hormigón. Como resultado, una alternativa sostenible y práctica a los materiales de construcción tradicionales es el uso de FAR producidas a partir de neumáticos viejos. El objetivo de este experimento fue evaluar el impacto de la inclusión de fibras de acero recicladas de neumáticos viejos en la trabajabilidad del hormigón y cuantificar la influencia resultante en las propiedades mecánicas del material. Este estudio empleó un diseño cuantitativo, cuasi-experimental para examinar los efectos de cantidades variables de fibra de acero reciclada (0,2%, 0,5%, 0,8% y 1,10%) en las propiedades del hormigón por metro cúbico. La investigación empleó un total de treinta vigas de hormigón y quinientas muestras de hormigón. Se realizaron pruebas de compresión en 45 muestras cilíndricas a los 7, 14 y 28 días después del curado. Simultáneamente, se realizaron pruebas de flexión en 30 muestras cilíndricas a intervalos regulares. Además, 45 muestras cilíndricas se sometieron a pruebas de tracción indirecta a intervalos de 7, 14 y 28 días. Finalmente, el módulo de elasticidad se determinó simultáneamente empleando quince muestras cilíndricas. Además, se realizó un análisis



integral de costo-beneficio para evaluar la utilización de fibras de acero recicladas en pavimentos metropolitanos. Finalmente, el estudio concluyó que, entre todos los porcentajes evaluados, la incorporación de 1,10 por ciento de acero reciclado proveniente de neumáticos viejos tuvo el impacto más favorable tanto en la mezcla de concreto fresco como en las características mecánicas del concreto endurecido.

Condori y Roque (2022) en su tesis titulada "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ - $f'c=245\text{kg/cm}^2$ adicionando fibra de aluminio reciclado, Puno-2022". El concreto en Juliaca fue sometido a pruebas de propiedades físico-mecánicas en 2022. Las pruebas se realizaron con y sin el uso de fibras de aluminio reciclado (RAF). Las resistencias a la compresión utilizadas fueron $f'c = 210 \text{ kg / cm}^3$ y $f'c = 245 \text{ kg / cm}^3$, respectivamente. La metodología del estudio empleó metodologías cuantitativas, utilizando diseños tanto experimentales como cuasi experimentales para dilucidar los fenómenos. La cohorte de estudio comprendió 85 muestras de concreto individuales y 30 vigas. Se realizaron pruebas de compresión, tracción y flexión para observar las características mecánicas del concreto modificado con RAF. Realizamos un análisis comparativo entre muestras que contenían diferentes cantidades de RAF y concreto ordinario. La investigación reveló una mejora significativa en las características mecánicas del concreto con la adición de RAF en concentraciones crecientes. Las mezclas que incluían CP y 0,30% de RAF exhibieron una resistencia a la compresión de $260,61 \text{ kg / cm}^2$. En cambio, las mezclas que contenían CP y 0,50% de FAR exhibieron una resistencia a la tracción de $36,56 \text{ kg/cm}^2$ y una resistencia a la flexión de $36,30 \text{ kg/cm}^2$. Todas estas mejoras indican que el FAR mejora las propiedades mecánicas del hormigón. Las mezclas que incluían CP y 0,50% de FAR alcanzaron con éxito la resistencia de diseño objetivo de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con una resistencia a la compresión de $289,55 \text{ kg/cm}^2$, una resistencia a la tracción de $41,72 \text{ kg/cm}^2$ y una resistencia a la flexión de $40,96 \text{ kg/cm}^2$. Los hallazgos indican que el uso de FAR puede mejorar la resistencia del hormigón por encima de los niveles comúnmente reconocidos, lo que representa un avance notable. La adición



de 0,30% de FAR resultó en un aumento significativo del 19,81% en la resistencia a la compresión del hormigón, que tenía una resistencia de diseño de $f'c=210$ kg/cm². Además, la inclusión de 0,50% de FAR resultó en una mejora del 9,01% en la resistencia a la flexión y un aumento del 17,18% en la resistencia a la tracción. Estas mejoras son particularmente importantes para aplicaciones que necesitan un alto rendimiento mecánico. Las dosis recomendadas de FAR no tuvieron ningún impacto inhibitorio. La adición de 0,50% de FAR resultó en un aumento del 14,54% en la resistencia a la flexión, un aumento del 6,12% en la resistencia a la compresión y un aumento del 12,85% en la resistencia a la tracción. Se puede encontrar información pertinente adicional en el cuerpo existente de trabajos escritos. Estos resultados se lograron manteniendo constante el valor de la resistencia a la compresión en 245 kg/cm². El estudio encontró que la incorporación de fibras de aluminio recicladas (RAF) al hormigón mejora sus características mecánicas sin comprometer su integridad estructural. Esto respalda la noción de que las RAF podrían ser un enfoque viable para mejorar la eficiencia y la durabilidad del hormigón en muchas aplicaciones, como pavimentos rígidos y estructuras comparables.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Residuos metálicos de obras

Los residuos metálicos son materiales desechados que contienen metales y que provienen de diversas fuentes, incluyendo actividades industriales, residuos domésticos y productos electrónicos en desuso. La gestión de estos residuos es un tema crucial debido a sus impactos ambientales y a su potencial de reciclaje.

Definición y clasificación de residuos metálicos

Los residuos metálicos son definidos como aquellos desechos que contienen una cantidad significativa de metales, tales como hierro, aluminio, cobre, zinc, entre otros. Estos pueden clasificarse en dos categorías principales: residuos metálicos ferrosos y no



ferrosos. Los residuos metálicos ferrosos contienen hierro y sus aleaciones, mientras que los no ferrosos incluyen metales como aluminio, cobre, plomo y zinc (Smith, 2019).

Fuentes de residuos metálicos

Las fuentes de residuos metálicos son variadas y abarcan tanto sectores industriales como domésticos. En el ámbito industrial, las principales fuentes incluyen la manufactura, la construcción, la demolición, y la minería. En el ámbito doméstico, los residuos metálicos provienen de aparatos electrónicos en desuso, vehículos fuera de servicio y utensilios domésticos (Jones & Williams, 2020).

- **Industria Manufacturera:** Produce una gran cantidad de residuos metálicos durante la producción de bienes y componentes metálicos.
- **Construcción y Demolición:** La construcción y demolición de edificios y otras estructuras generan grandes volúmenes de residuos metálicos, especialmente acero y aluminio (Brown et al., 2018).
- **Productos Electrónicos:** Los dispositivos electrónicos contienen diversos metales, incluyendo metales preciosos como el oro y la plata, así como metales tóxicos como el plomo y el mercurio (Garbaccio, 2017).

Impactos Ambientales

Los residuos metálicos pueden tener varios impactos ambientales negativos si no se gestionan adecuadamente. La acumulación de metales pesados en el suelo y el agua puede causar contaminación, afectando la salud de los ecosistemas y la salud humana. Además, algunos metales tóxicos, como el plomo y el mercurio, pueden bioacumularse en la cadena alimentaria, representando un riesgo significativo para los organismos vivos (Xu et al., 2019).

Estrategias de Gestión de Residuos Metálicos



La gestión efectiva de los residuos metálicos incluye varias estrategias que van desde la reducción en la fuente, el reciclaje, la recuperación de materiales y la disposición segura de residuos tóxicos. El reciclaje es una de las estrategias más eficaces, ya que permite la recuperación de metales valiosos y reduce la necesidad de extracción de nuevos recursos metálicos (Chen & Ma, 2018).

- **Reciclaje:** La recuperación de metales a partir de residuos permite la reutilización de materiales y reduce la presión sobre los recursos naturales. Además, el reciclaje de metales consume menos energía en comparación con la producción de metales a partir de minerales vírgenes (Wang et al., 2018).
- **Tecnologías de Tratamiento:** Se están desarrollando nuevas tecnologías para el tratamiento de residuos metálicos que permiten la extracción eficiente de metales y la minimización de residuos peligrosos. Ejemplos de estas tecnologías incluyen la biolixiviación y la hidrometalurgia (Lee & Li, 2020).
- **Políticas y Regulaciones:** La implementación de políticas y regulaciones efectivas es crucial para la gestión de residuos metálicos. Estas políticas deben enfocarse en la promoción del reciclaje, la responsabilidad extendida del productor y la disposición segura de residuos peligrosos (Zhou et al., 2019).

2.2.1.1 Incidencia del residuo metálico de obra en el concreto

Los residuos metálicos pueden provenir de diversas fuentes, como cortes de barras de refuerzo, alambres, clavos, y otros elementos metálicos usados en el proceso de construcción

Efectos Negativos de los Residuos Metálicos en el Concreto

- **Corrosión:** Los metales expuestos a ambientes húmedos o agresivos pueden corroerse con el tiempo. La corrosión de los residuos metálicos dentro del concreto puede llevar a la expansión del metal corroído, generando tensiones internas que pueden causar grietas y debilitar la estructura del concreto.



- **Debilitamiento de la Integridad Estructural:** La presencia de residuos metálicos no intencionales puede crear puntos de debilidad dentro del concreto, afectando su resistencia y durabilidad. Estos puntos débiles pueden ser puntos de inicio para grietas bajo cargas estructurales.
- **Interferencias en el Reforzamiento:** Los residuos metálicos pueden interferir con la correcta colocación y función de las barras de refuerzo, alterando la distribución de las cargas y reduciendo la efectividad del refuerzo previsto en el diseño estructural.
- **Problemas Estéticos:** La aparición de óxido en exterior del concreto puede ser un problema estético, que también puede indicar la presencia de corrosión interna.

Medidas de Prevención y Mitigación

- **Control de Calidad:** Implementar procedimientos estrictos de control de calidad para asegurar que los residuos metálicos no se mezclen con el concreto durante su preparación y colocación.
- **Inspección y Limpieza:** Antes de verter el concreto, se deben inspeccionar y limpiar adecuadamente las áreas de trabajo para eliminar cualquier residuo metálico visible.
- **Uso de Agentes Inhibidores de Corrosión:** En ciertos casos, se pueden añadir inhibidores de corrosión al concreto para proteger los metales presentes contra la corrosión.
- **Educación y Capacitación:** Capacitar a los trabajadores de la construcción sobre la importancia de mantener áreas limpias y libres de residuos metálicos, así como sobre las técnicas adecuadas de manejo de materiales.

Consideraciones Adicionales

- **Normativas y Regulaciones:** Es importante cumplir con las normativas y regulaciones locales e internacionales que rigen el grado del concreto y la diligencia de residuos en el sitio de construcción.



- **Reciclaje y Manejo de Residuos:** Implementar prácticas de reciclaje y manejo adecuado de residuos metálicos para minimizar su impacto en el medio ambiente y en la calidad del concreto.

2.2.2 Concreto

También conocido como hormigón en algunos lugares, el concreto es una mezcla compuesta principalmente por cemento Portland, H₂O, agregados finos (como arena) y agregados gruesos (grava o piedra triturada). A veces, se pueden agregar aditivos para mejorar ciertas propiedades del concreto.

El ACI define el concreto como "una mezcla homogénea de cemento, agua, agregado fino y grueso, con o sin aditivos, que se endurece con el tiempo debido a alteraciones químicas (hidratación) entre el cemento y el H₂O". (American Concrete Institute (ACI) 2018)

(Paulo Helene 2015), un experto en tecnología del concreto, lo describe como "un material que, en estado plástico, puede ser conformado y que, después de endurecido, es capaz de soportar esfuerzos".

2.2.2.1 Clasificación del concreto

1. Según la Resistencia a Compresión:

a) Concreto convencional:

El hormigón convencional, comúnmente llamado hormigón, es un material de construcción que normalmente está compuesto de cemento, agua, áridos gruesos (como grava o piedra triturada) y áridos finos (como arena). Debido a sus características duraderas y robustas, este elemento se utiliza extensa en la creación de diversas construcciones de obras civiles. La composición de la mezcla de hormigón se adapta meticulosamente para cumplir con criterios precisos de robustez, longevidad y otras características esenciales para el uso previsto. El proceso de producción generalmente implica mezclar los componentes en proporciones precisas, dar forma a la mezcla en



moldes o en el lugar y permitir que se solidifique y aumente su resistencia gradualmente a través de un fenómeno conocido como hidratación del cemento.

El concreto convencional tiene varias ventajas, como su capacidad para soportar cargas pesadas, resistencia al fuego, durabilidad y versatilidad en su aplicación. Sin embargo, también tiene algunas limitaciones, como la posibilidad de agrietarse con el tiempo debido a la contracción y expansión térmica, la exposición a condiciones ambientales extremas o cargas cíclicas.

En muchos casos, se pueden agregar aditivos al concreto convencional para mejorar ciertas propiedades, como la resistencia al agua, la trabajabilidad, la resistencia química o la durabilidad. La evolución de las tecnologías de construcción ha llevado al desarrollo de concretos de alto rendimiento, premezclados y otros tipos especializados que cumplen con requisitos específicos de proyectos.

b) Alta resistencia

Esta diseñado para proporcionar una fuerza mecánica excepcional en comparación con el hormigón estándar. Esto se logra manipulando los materiales y las cantidades de la mezcla, así como controlando cuidadosamente los procedimientos de producción.

Mayor fuerza a compresión: Esto implica utilizar cemento de alta calidad, agregados de alta resistencia y ajustar las proporciones de la mezcla.

Propiedades mejoradas: Además de la mayor fuerza a compresión, el concreto de alta resistencia a menudo exhibe otras propiedades mejoradas, como mayor durabilidad, resistencia a la abrasión y capacidad para resistir cargas sísmicas.

Reducción en el tamaño de las secciones estructurales: Debido a su mayor resistencia, el CAR permite reducir el tamaño de las secciones estructurales sin comprometer la capacidad de carga. Esto puede resultar en estructuras más ligeras y eficientes desde el punto de vista del uso de materiales.

Mayor densidad y menor porosidad: El concreto de alta resistencia generalmente tiene una mayor densidad y menor porosidad que el concreto convencional. Esto



contribuye a su durabilidad y resistencia a la penetración de sustancias agresivas, como cloruros y sulfatos.

Requisitos de calidad y control de producción: La producción de concreto de alta resistencia requiere un control de calidad estricto durante todo el proceso, desde la selección de los materiales hasta la mezcla y el curado.

Aditivos y adiciones: Se pueden incorporar aditivos especiales, como aceleradores o retardadores del secado, para controlar el tiempo de secado y mejorar otras propiedades específicas del concreto.

2. Según la Composición:

- **Concreto Convencional o Tradicional:** Compuesto por cemento, agua, agregados finos y gruesos.
- **Concreto Ligero:** Se utiliza agregado liviano, como arcilla expandida o perlita, para reducir el peso específico.
- **Concreto Pesado:** Se emplean agregados de alto peso, como la barita o magnetita, para aumentar la densidad y proporcionar protección contra radiaciones.

3. Según el Método de Colocación:

- **Concreto Premezclado:** Mezclado en plantas de concreto y transportado a la obra en camiones mezcladores.
- **Concreto In Situ:** Mezclado y colocado en el lugar de construcción. Puede incluir concreto bombeado.

4. Según el Uso Específico:

- **Concreto Estructural:** Diseñado para soportar cargas y proporcionar la integridad estructural.
- **Concreto Arquitectónico:** Diseñado para ser estéticamente agradable, con acabados superficiales especiales.
- **Concreto Prefabricado:** Fabricado fuera del lugar de construcción y luego transportado e instalado.



5. Según el Tiempo de Secado:

- **Concreto de Secado Rápido:** Diseñado para endurecerse más rápidamente de lo normal.
- **Concreto de Secado Lento:** Retrasa el tiempo de endurecimiento para facilitar la colocación en situaciones específicas.

2.2.2.2 Propiedades físicas del concreto

Cuando hablamos de las cualidades físicas del hormigón fresco, nos referimos a las características del material que son observables y cuantificables antes de que haya sido sometido al proceso de secado y endurecimiento. Estas propiedades son cruciales durante la colocación y la consolidación del concreto en su forma final.

Trabajabilidad:

- La trabajabilidad se refiere a la facilidad con la que el concreto puede ser manejado, colocado y compactado sin segregación ni exceso de agua.
- Una buena trabajabilidad facilita la colocación adecuada del concreto en los encofrados y su conformación alrededor del acero de refuerzo.

Consistencia:

- La consistencia describe la fluidez o rigidez.
- Se mide mediante pruebas como el asentamiento del cono (prueba del cono de Abrams) o el flujo del tronco de cono.

Asentamiento:

- El asentamiento es la medida de la deformación vertical del concreto debido a la gravedad después de que una muestra específica ha sido colocada en un cono de Abrams y se ha levantado.
- Un asentamiento adecuado está relacionado con la trabajabilidad y la facilidad de colocación.

Segregación:

- El agua y los agregados, se separan, lo que puede resultar en una distribución no uniforme de estos componentes.
- Un concreto bien trabajable y con una adecuada proporción de ingredientes generalmente muestra una menor tendencia a la segregación.

Exudación:

- La exudación es el agua hacia el exterior del concreto en estado fresco.
- Un exceso de agua o una mezcla mal diseñada pueden provocar exudación, lo que afecta negativamente la calidad y durabilidad del concreto.

Aireación:

- La aireación se refiere a la incorporación de aire en forma de burbujas en el concreto.
- En ciertas aplicaciones, como en climas fríos, se puede requerir la inclusión controlada de aire para mejorar la resistencia al hielo y al deshielo.

Tiempo de Trabajabilidad:

- Es el período de tiempo durante el cual el concreto mantiene sus propiedades de trabajabilidad antes de que comience el proceso de secado.

Figura 1

Ensayo del slump





2.2.2.3 Características mecánicas

Se refieren a su capacidad para resistir fuerzas y deformaciones bajo carga. Estas propiedades son esenciales para evaluar la idoneidad del concreto en aplicaciones estructurales y otras situaciones donde la resistencia y la durabilidad son fundamentales.

Según (George F. Limbrunner; 2012): Ingeniero estructural que hizo contribuciones significativas a la comprensión del comportamiento del concreto y las estructuras de concreto. Participó en la investigación y desarrollo de códigos de construcción.

La fuerza a compresión del concreto: Es una característica mecánica básica que muestra qué tan bien un material puede resistir esfuerzos de compresión. Las muestras de hormigón se someten a cargas controladas hasta que colapsan para cuantificar esta propiedad en un entorno de laboratorio.

Factores que afectan la resistencia:

- La relación agua-cemento (A/C) se refiere a la proporción de agua y cemento en una mezcla de hormigón y tiene un impacto sustancial en su resistencia a la compresión. Disminuir la relación agua-cemento a menudo conduce a un hormigón más duradero.
- Calidad del cemento: los distintos tipos y marcas de cemento presentan propiedades distintas y distintos niveles de durabilidad. El grado de cemento utilizado en la mezcla tiene un impacto directo en la resistencia del hormigón. Tanto el tipo como la cantidad de agregado, ya sea grueso o fino, influyen en la resistencia a la compresión. La resistencia mejorada del hormigón se logra a menudo utilizando partículas más robustas y refinadas.
- El curado del hormigón es el proceso de mantener el hormigón en un entorno apropiado y húmedo durante su primera fase de secado y endurecimiento. Este proceso tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del hormigón.

- Edad del hormigón: la resistencia a la compresión del hormigón mejora con el paso del tiempo. La duración del tiempo que el hormigón ha estado en existencia puede tener un impacto en los resultados del proceso de prueba.
- La temperatura y la humedad son variables ambientales que pueden afectar la velocidad a la que se hidrata el cemento y, por lo tanto, su resistencia a la compresión.

Figura 2

Ensayo de fuerza a compresión



La resistencia a la flexión

El atributo mecánico vital que describe la capacidad del material para soportar tensiones de flexión sin experimentar fallas. La fuerza a compresión mide la resistencia del hormigón a las presiones que lo empujan, mientras que esfuerzo a la flexión evalúa su capacidad para soportar cargas que provocan flexión o curvatura en el material. La resistencia a la flexión se evalúa comúnmente mediante pruebas de flexión, que implican la aplicación de fuerzas que provocan momentos de flexión a una viga o muestra de hormigón. Durante la prueba, se determina aguante de carga última del hormigón, que es la cantidad máxima de carga que puede soportar antes de experimentar fallas en forma de agrietamiento o ruptura.



Factores que afectan la resistencia a la flexión del concreto incluyen:

- **Fuerza a Compresión:** Está correlacionada con la resistencia. Un concreto más resistente a la compresión generalmente tendrá una mayor resistencia a la flexión.
- **Relación (A/C):** También puede influir en la resistencia a la flexión, aunque su efecto puede ser menos pronunciado que en la resistencia.
- **Tipo y Cantidad de Refuerzo:** el empleo de refuerzo, como barras de acero, puede significativamente aumentar esfuerzo a flexión del concreto. La presencia de refuerzo mejora la suficiencia del concreto para resistir esfuerzo de tracción.
- **Dimensiones de la Muestra:** Las dimensiones de la viga o probeta utilizadas en el ensayo de flexión también afectan los resultados. Se deben seguir ciertas proporciones y dimensiones específicas según las normas y estándares aplicables.

2.2.3 Cemento

El cemento es un material aglutinante utilizado en la construcción para unir otros materiales y formar una masa sólida y resistente. Es una pieza clave en la producción de concreto y mortero, dos materiales fundamentales en la construcción de estructuras. El cemento se obtiene a partir de la mezcla y cocción de ingredientes como la caliza, arcilla, sílice, alúmina y óxido de hierro, y su producto más comúnmente utilizado es el Cemento Portland.

Principales características y conceptos asociados al cemento:

- **Hidratación:** La hidratación es la reacción química entre el cemento y el agua que da lugar a la formación de compuestos cristalinos, dando lugar a una solidificación progresiva de la mezcla.
- **Secado:** Es la fase inicial del endurecimiento del cemento cuando se mezcla con agua. Durante esta etapa, la mezcla pasa de un estado líquido a un estado sólido, aunque aún no ha alcanzado su resistencia final.



- **Endurecimiento:** Es el proceso a largo plazo en el que la mezcla de cemento y agua adquiere gradualmente resistencia y durabilidad. Este proceso puede tomar semanas o incluso meses.
- **Cementante:** El cemento actúa como un agente cementante, es decir, une y mantiene unidos los materiales en la mezcla de concreto o mortero.
- **Fuerza a Compresión:** La calidad y cantidad en la mezcla tienen una gran influencia en la resistencia a la compresión del concreto. La resistencia del concreto depende en gran medida de la calidad y proporciones adecuadas de cemento.
- **Tipos de Cemento:** Hay varios tipos de cemento, como el Cemento Portland de Alta Resistencia Inicial (HPR), el Cemento Portland con Puzolana, el Cemento Portland Resistente a los Sulfatos, entre otros. Cada tipo de cemento tiene propiedades específicas adecuadas para diferentes aplicaciones.
- **Dosificación:** La proporción adecuada de cemento es esencial para lograr las propiedades deseadas en el material final.

2.2.3.1 Cemento Portland:

El cemento hidráulico de tipo Portland tiene una amplia aplicación en la construcción. El constructor británico Joseph Aspdin lo creó por primera vez en el siglo XIX, dándole el nombre debido a su similitud con piedra Portland, una piedra caliza de la isla inglesa de Portland.

Se elabora mezclando cal, sílice, alúmina y óxido de hierro durante el proceso de fabricación.

2.2.3.2 Proceso de fabricación del cemento

El proceso de fabricación del cemento es un proceso complejo que involucra varias etapas. A continuación, se detalla el proceso general de fabricación del cemento Portland:

- **Extracción de Materias Primas:** Los cuatro ingredientes principales que se utilizan para fabricar cemento son pizarra, arcilla, piedra caliza y mineral de hierro. Todos estos recursos provienen de lugares como canteras y minas.



- **Trituración y Preparación de Materias Primas:** Las materias primas extraídas se transportan a la planta de cemento y se trituran para reducir su tamaño. Dependiendo de la composición del material, a veces se requiere una mezcla adicional para ajustar la proporción de los componentes.
- **Molienda y Homogeneización:** La mezcla triturada se alimenta a molinos donde se muele para obtener un polvo fino conocido como harina cruda. Durante este proceso, se agrega agua para formar una pasta homogénea.
- **Cocción (Clinkerización):** La harina cruda se introduce en un horno rotatorio a temperaturas extremadamente altas (aproximadamente 1450°C). En el horno, se produce una serie de reacciones químicas, y el material se transforma en pequeñas bolas llamadas clínker. El clínker es la base del cemento y contiene aluminato tricálcico, silicato tricálcico, aluminoferrita tetracálcica y silicato bicálcico.
- **Enfriamiento del Clínter:** El clínker caliente se enfría rápidamente para detener las reacciones químicas. El enfriamiento puede realizarse mediante el uso de aire o agua.
- **Molienda del Clínter con Yeso:** El clínker enfriado se muele finamente y se mezcla con pequeñas cantidades de yeso (sulfato de calcio) para regular el tiempo de secado y evitar la rápida solidificación del cemento cuando entra en contacto con el agua.
- **Almacenamiento y Envasado:** El cemento resultante se almacena en silos antes de ser ensacado o distribuido a granel. La forma final del cemento listo para su uso es un polvo fino.

2.2.4 Agregados

El agregado es uno de los componentes fundamentales en la creación y el diseño de estructuras. Su relevancia radica en su capacidad para proporcionar resistencia y estabilidad a las mezclas de concreto, lo que lo transforma en un elemento esencial en la ingeniería civil. Este marco conceptual aborda las características, tipos y aplicaciones del



agregado, además de su impacto en la sostenibilidad y la economía de los proyectos de construcción.

Definición y Características del Agregado

El agregado se define como un material granular, generalmente de origen natural, que se utiliza en la construcción para mejorar las propiedades del concreto. Según Mindess, Young y Darwin (2003), los agregados pueden clasificarse en finos y gruesos, dependiendo de su tamaño. Los agregados finos generalmente comprenden partículas menores de 5 mm, mientras que los agregados gruesos son aquellos con partículas mayores de 5 mm.

2.2.4.1 Tipos de Agregados

Los agregados se pueden clasificar en varios tipos según su origen y composición:

- **Agregados Naturales:** Estos se obtienen directamente de yacimientos naturales, como canteras y ríos. Están compuestos principalmente por arena, grava y piedra triturada. Su uso es predominante en los proyectos de creación debido a su disponibilidad y propiedades mecánicas (Neville, 2011).
- **Agregados Artificiales:** Producidos a través de procesos industriales, estos agregados incluyen subproductos como escoria de alto horno y cenizas volantes. Su utilización ha aumentado en proyectos que buscan mejorar la sostenibilidad ambiental y reducir el impacto ecológico (Mehta y Monteiro, 2014).
- **Agregados Reciclados:** Provenientes de la demolición y reciclaje de estructuras antiguas, estos agregados representan una opción sostenible que contribuye a la economía circular en la construcción (Poon et al., 2004).



2.2.4.2 Propiedades del Agregado

Las propiedades del agregado influyen directamente en las características del concreto. Entre las propiedades más importantes se encuentran:

- **Granulometría:** El reparto del tamaño de los elementos del agregado afecta la trabajabilidad y la resistencia del concreto. Una buena gradación mejora la compacidad y reduce la cantidad de vacío en la mezcla (ACI Committee 211, 1991).
- **Resistencia:** La fuerza a compresión del agregado influye en la fuerza final del concreto. Los agregados de alta resistencia son preferibles en estructuras sometidas a cargas elevadas (Mindess et al., 2003).
- **Absorción de Agua:** La capacidad del agregado para absorber agua puede afectar la dosificación de H₂O en la mezcla.

2.2.4.3 Aplicaciones del Agregado en la Construcción

El uso de agregados es amplio y diverso en la industria de la construcción. Algunas de las aplicaciones más comunes incluyen:

- **Hormigón Estructural:** Los agregados proporcionan el esqueleto necesario para soportar las cargas estructurales, mejorando la resistencia y durabilidad del concreto (Mehta y Monteiro, 2014).
- **Pavimentos:** En la creación de carreteras y pavimentos, los agregados son cruciales para proporcionar estabilidad y resistencia al desgaste (ACI Committee 211, 1991).
- **Morteros y Revestimientos:** Los agregados finos se utilizan en la fabricación de mezcla para ponerlos de ladrillos y revestimientos de paredes (Neville, 2011).
- **Impacto en la Sostenibilidad.**

Sin embargo, la adopción de prácticas sostenibles, como el uso de agregados reciclados y artificiales, puede mitigar este impacto. La investigación ha demostrado que los agregados reciclados pueden reducir el consumo de recursos naturales y la emisión de gases de efecto invernadero (Poon et al., 2004).



2.2.4.4 Agregados según su procedencia

Los agregados son materiales granulares indispensables en la industria de la construcción. Su clasificación según su procedencia permite entender mejor sus características, propiedades y aplicaciones específicas. Esta sección detalla los diferentes tipos de agregados basados en su origen, incluyendo los naturales, artificiales y reciclados.

Agregados Naturales

Los agregados naturales son aquellos que se obtienen directamente de la naturaleza sin necesidad de procesos industriales adicionales para su formación. Estos agregados son los más comunes y ampliamente utilizados en la construcción debido a su disponibilidad y propiedades favorables.

- **Arena:** La arena es un agregado fino que se encuentra en ríos, playas y depósitos glaciares. Se utiliza principalmente en la fabricación de morteros y concretos ligeros. Según Neville (2011), la arena debe ser limpia y libre de materiales orgánicos para asegurar su calidad.
- **Grava:** La grava es un agregado grueso que se extrae de lechos de ríos y canteras. Es esencial en la fabricación de concreto y en la creación de bases para vías debido a su resistencia y durabilidad (Mehta y Monteiro, 2014).
- **Piedra Triturada:** La piedra triturada se obtiene mediante la trituración de rocas grandes en canteras. Este tipo de agregado es valorado por su alta resistencia y es utilizado en aplicaciones donde se requieren propiedades estructurales superiores (Mindess, Young y Darwin, 2003).

Agregados Artificiales

Los agregados artificiales son aquellos que se producen mediante procesos industriales. Estos agregados pueden ser subproductos de otras industrias o materiales específicamente manufacturados para aplicaciones de construcción.



- Escoria de Alto Horno: La escoria es un subproducto del proceso de fabricación del acero. Tras un proceso de enfriamiento y trituración, se utiliza como agregado en creación de vías y como sustancia en mezclas de concreto (Poon et al., 2004).
- Cenizas Volantes: Generadas en plantas de energía que queman carbón, las cenizas volantes son partículas finas que se recogen de los gases de combustión. Estas cenizas se emplean como reemplazo parcial del cemento en concreto, mejorando sus propiedades mecánicas y su durabilidad (Mehta y Monteiro, 2014).
- Agregados Ligero: Fabricados a partir de materiales como la arcilla expandida o la perlita, estos agregados tienen una densidad baja y se utilizan en la producción de concreto liviano, que es ideal para estructuras que requieren un peso reducido (Neville, 2011).

Agregados Recicladados

Los agregados reciclados se obtienen mediante el procesamiento de materiales de desecho provenientes de la demolición de estructuras o de residuos industriales. Estos agregados son una opción sostenible y cada vez más popular en la construcción.

- Concreto Reciclado: El concreto demolido se tritura y se reutiliza como agregado en nuevas mezclas de concreto. Este tipo de agregado ayuda a reducir el consumo de recursos naturales y a minimizar los residuos de construcción (Poon et al., 2004).
- Agregados de Ladrillo: Los ladrillos viejos pueden ser triturados y utilizados como agregado para la construcción de pavimentos y otras estructuras no portantes. Este uso contribuye a la sostenibilidad al reducir la cantidad de desechos de demolición (Mindess et al., 2003).
- Agregados de Vidrio: El vidrio reciclado puede triturarse en partículas finas y utilizarse como agregado en concreto decorativo y en aplicaciones específicas donde se busca un acabado estético (Mehta y Monteiro, 2014).



2.2.5 *Diseño de mezclas*

A la hora de fabricar hormigón, es importante elegir los materiales adecuados y dosificarlos con precisión. Entre ellos se incluyen elementos como agua, áridos, cemento y aditivos. El objetivo es producir hormigón que satisfaga las necesidades de la aplicación y las circunstancias del proyecto con el conjunto adecuado de características. El proceso de diseño de una mezcla de hormigón suele implicar los siguientes procesos y factores:

Pasos Generales en el Diseño de Mezclas:

Establecer Requisitos:

- Definir las propiedades requeridas del concreto, como resistencia, trabajabilidad, durabilidad y características específicas según el uso previsto.

Seleccionar Materiales:

- Seleccionar los materiales apropiados, como el tipo y la calidad del cemento, los aridos (piedra y arena), y el agua.

Relación (A/C):

- Es un factor crucial que afecta el esfuerzo y la durabilidad del concreto.

Calcular Proporciones de Agregados:

- Determinar la dosificación de agregados gruesos y finos en la mezcla. Esto se realiza considerando factores como el peso aparente, la absorción H₂O y la cantidad requerida para lograr la trabajabilidad deseada.

Adición de Aditivos:

- Evaluar la necesidad de aditivos (retardadores, aceleradores, plastificantes, etc.) o adiciones (cenizas volantes, escoria, sílice activa, etc.) para mejorar ciertas propiedades del concreto.

Realizar Pruebas de Laboratorio:

- Preparar muestras de concreto y realizar pruebas de laboratorio para evaluar las propiedades del concreto fresco y endurecido.



2.2.5.1 Consideraciones Importantes:

La durabilidad se refiere a la capacidad del hormigón para soportar y resistir circunstancias ambientales severas, incluida la exposición al clima, entornos hostiles y ciclos de congelación y descongelación.

La trabajabilidad se refiere al nivel de facilidad con el que se puede colocar, compactar y terminar el hormigón. La cantidad de agua y la forma de las partículas tienen un impacto significativo.

La resistencia a la compresión se refiere a la capacidad del hormigón para resistir fuerzas de compresión. Se determina de acuerdo con las normas y pautas de construcción establecidas.

La relación A/C es un componente crucial que afecta significativamente la resistencia y la longevidad del hormigón. Debe calibrarse meticulosamente de acuerdo con las demandas específicas del proyecto.

El entorno de curado se refiere a los entornos en los que se mantiene el hormigón para facilitar la hidratación completa, lo que requiere mantener la humedad y las condiciones adecuadas durante un período específico.

El mantenimiento de registros es de suma importancia para documentar y garantizar el control de calidad. Es esencial mantener registros completos del diseño de la mezcla, los resultados de las pruebas y cualquier modificación realizada.

El diseño de mezclas es una parte integral del proceso de construcción y requiere una comprensión cuidadosa de los materiales y de los requisitos del proyecto para garantizar un concreto que cumpla con los parámetros de rendimiento y durabilidad.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Agregado

Se refiere a materiales granulares, como arena, grava, escoria, piedra triturada o guijarros, que se combinan con cemento y agua para formar el concreto. Para dar al



hormigón su resistencia y durabilidad se utilizan áridos, que representan alrededor del 60-75% del volumen del material.

2.3.2 Asentamiento

El asentamiento del concreto es la medida de la fluidez o trabajabilidad del concreto fresco, y se refiere a la distancia vertical que se desplaza una masa de concreto recién mezclado debido a su propio peso y a la acción de la gravedad, después de que se retira la vibración. En otras palabras, es la cantidad de asentamiento que experimenta el concreto cuando se coloca en un recipiente y se deja reposar sin aplicar fuerzas externas.

2.3.3 Cemento

Al combinarse con agua, el aglutinante en polvo del cemento crea una pasta que se endurece gradualmente. El hormigón, una sustancia robusta y sólida, es el producto final de este proceso, que se denomina hidratación. El cemento, un ingrediente clave en los materiales de construcción, tiene muchos usos más allá de la fabricación de estructuras, como en superficies de pavimentos y piezas ornamentales.

2.3.4 Concreto

Los campos de la ingeniería civil y la ingeniería estructural hacen un uso extensivo del hormigón. El cemento, los agregados (como arena o grava) y el agua son los tres componentes principales. Además, se pueden utilizar aditivos para mejorar las cualidades específicas del hormigón en determinadas ocasiones.

2.3.5 Resistencia a compresión

La resistencia del hormigón, medida a compresión, es su capacidad para soportar peso en relación con su superficie. Alrededor de los 28 días de vida, se convierte en una característica notable del hormigón endurecido.



2.3.6 Residuos metálicos de obras

Los escombros que incluyen metales son un resultado típico de la construcción y demolición de estructuras. Algunos de los metales que se pueden encontrar en esta basura son acero, aluminio, cobre y estaño.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación

El término "diseño" engloba el proceso de formulación de un plan o estrategia para adquirir los conocimientos necesarios para resolver un problema en particular. Por consiguiente, es esencial seguir un conjunto de pasos para acreditar que la investigación ejecutada den resultados sustanciales. (Hernandez & Baptista, 2014). La investigación propuesta por el grado de manejo de las variables, será experimental, ya que se tendrá un grupo de control estándar, y otros grupos con variaciones de mezcla (aplicación de residuos metálicos de obra).

3.2 Método de la Investigación

Tamayo et al. (2012), el método científico es un enfoque sistemático que permite la identificación de problemas científicos, la prueba de hipótesis y la validación de equipos de investigación. El presente estudio será de carácter científico, empleando un método de investigación que se utiliza predominantemente en la generación de conocimiento en el ámbito de las ciencias. Este método sigue un conjunto riguroso de pasos secuenciales con el fin de alcanzar conclusiones fundamentadas y verificables.



3.3 Nivel y tipo de la investigación

3.3.1 Nivel de la Investigación

Mario Bunge menciona la investigación en dos tipos distintos: investigación pura e investigación aplicada. La investigación es aplicada se centra en mejorar o hacer avanzar algo. El estudio propuesto por su naturaleza de las variables, contará con un nivel explicativo, ya que la investigación tiene una dirección de causa y efecto, aplicación de algo para genera cambios en grupos de control.

3.3.2 Tipo de la investigación

Hernandez y Baptista (2014), la investigación aplicada es resolver problemas específicos en un campo de especialización determinado, mediante estudios centrados en soluciones prácticas. El estudio propuesto se llevará a cabo utilizando metodologías, procedimientos y procesos aplicables para obtener la información necesaria.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Hernandez & Baptista, un universo o población se considera un conjunto de elementos con atributos similares, de los cuales se derivarán datos. En este escenario, la población estará formada por hormigones comunes fabricados en el área de San Miguel. (2014, pág. 165)

3.4.2 Muestra

Para estudiar con precisión la población completa, es crucial identificar o definir este subgrupo en particular de manera adecuada, asegurando que sea una representación fiel de la población total. (Hernandez & Baptista, 2014, pág. 173). La investigación consta de una muestra de 15 tubos de ensayo que funcionarán como muestra estándar, junto con

45 tubos de ensayo de concreto que contienen diferentes proporciones de escombros de construcción metálicos.

Tabla 2

Cantidad de muestras

DESCRIPCIÓN	% DE ADICIÓN	CANTIDAD	EDAD
Concreto estándar	0%	15 briquetas	7, 14 y 28 días
Concreto con residuos metálicos de obra	2%	15 briquetas	7, 14 y 28 días
Concreto con residuos metálicos de obra	4%	15 briquetas	7, 14 y 28 días
Concreto con residuos metálicos de obra	8%	15 briquetas	7, 14 y 28 días

3.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

La investigación científica se fundamenta en métodos que permiten ejecutar el procedimiento de manera sistemática y operacionalizar los procedimientos necesarios para obtener resultados válidos y fiables (Hernández & Duana, 2020, pág. 51). Estos métodos incluyen la planificación detallada de cada etapa de la investigación, desde la formulación de hipótesis hasta la recolección y análisis de datos, asegurando así que el proceso sea replicable y que los hallazgos puedan ser verificados por otros investigadores.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2015), "la observación consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conductas manifiestas". Este método permite recopilar datos de manera directa y objetiva, lo cual es esencial para realizar análisis precisos y obtener conclusiones fundamentadas.

La investigación, se empleará la técnica de observación para analizar las ventajas del uso de residuos metálicos de obras en el concreto. Esta técnica se implementará de manera estructurada para asegurar que los datos recolectados sean consistentes y útiles para evaluar los beneficios potenciales de integrar estos materiales residuales en la mezcla de concreto. Se observarán diversos parámetros como la resistencia, durabilidad y costo-beneficio del concreto resultante, comparándolo con el concreto convencional.



Además, se documentarán las condiciones bajo las cuales se incorporan los residuos metálicos, así como las metodologías específicas utilizadas para integrarlos en la mezcla de concreto. Este enfoque permitirá identificar no solo las ventajas sino también los posibles desafíos y limitaciones asociados con esta práctica, proporcionando una visión integral de su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Cada investigación necesita un instrumento verificado que garantice una recogida de datos precisa. Los instrumentos son configuraciones diseñadas específicamente para la medición empírica, lo que asegura que los datos recolectados sean válidos y confiables (Hernández & Duana, 2020, pág. 52).

En esta investigación se utilizará la guía de observación como instrumento principal para la recolección de datos. Este instrumento será cuidadosamente elaborado para incluir todos los aspectos relevantes que se deben observar y registrar. La guía de observación permitirá a los investigadores documentar de manera sistemática y estandarizada los fenómenos y comportamientos relacionados con el uso de residuos metálicos de obras en el concreto.

La recolección de datos se llevará a cabo a través de dos tipos de formatos:

- **Formatos de laboratorio:** Estos se utilizarán para registrar las observaciones y mediciones realizadas en un entorno controlado. En el laboratorio, se evaluarán propiedades específicas del concreto con residuos metálicos, como su resistencia, durabilidad y comportamiento bajo diferentes condiciones de carga y exposición.
- **Guías de observación de campo:** Estas se emplearán para documentar las observaciones realizadas en el entorno real donde se utilice el concreto con residuos metálicos. En el campo, se recopilarán datos sobre la aplicación práctica de este concreto en obras de construcción, incluyendo su manejabilidad, tiempo de secado, y cualquier problema o ventaja observada durante su uso.

- La combinación de estos dos formatos permitirá obtener una visión completa y detallada de las ventajas y desafíos asociados con el uso de residuos metálicos en el concreto, tanto en condiciones controladas como en aplicaciones prácticas. Este enfoque integral asegurará que los datos recolectados sean robustos y representativos, proporcionando una base sólida para el análisis y la toma de decisiones informadas en futuros proyectos de construcción.

3.6 Procedimiento para la recolección de datos

3.6.1 Plan de investigación

ETAPA I: RECOPIACIÓN IDEAS

El proceso comienza con el examen de material relacionado con el tema de investigación, incluyendo tesis, artículos de revistas, libros y legislación pertinente que son cruciales para realizar la presente investigación.

ETAPA II: PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE MATERIALES

Cantera de Unocolla: El sitio se ubica a 10km de Juliaca y se puede llegar a él por una ruta difícil. La extracción de áridos de las riberas del río se realiza mediante dos métodos: trabajo manual y uso de maquinaria. Además, el área está rodeada de flora, entre la que se encuentran paja y pasto, que sirve como fuente de alimento para el ganado.

Figura 3

Ubicación de la cantera Unocolla



Residuos metálicos de obras:

Los residuos metálicos de construcción pueden provenir de procesos mecánicos industriales, como limaduras de hierro, virutas de torno de hierro y de aluminio.

Figura 4

Residuos metálicos de obras



ETAPA III: Aspectos de los agregados.

Los ensayos de agregados son fundamentales para determinar sus atributos y asegurar que cumplen con los estándares necesarios para su uso en construcción. A continuación, se describen algunos de los ensayos más comunes realizados en agregados:

Ensayo de Granulometría:

- Objetivo: Determinar la distribución del tamaño de las partículas del agregado.
- Procedimiento: El agregado se pasa a través de una serie de tamices de diferentes tamaños y se pesa la cantidad de material retenido malla.
- Resultado: Curva granulométrica que indica el porcentaje de partículas en cada rango de tamaño.

Ensayo de Densidad y Absorción:



- Objetivo: Determinar el peso aparente, densidad relativa y la absorción de agua del agregado.
- Procedimiento: Se sumerge el agregado en agua durante un periodo de tiempo y luego se mide su peso en diferentes condiciones (saturado, superficialmente seco y seco).
- Resultado: Valores de densidad y % de absorción de agua.

Ensayo de Abrasión (Máquina de Los Ángeles):

- Objetivo: Medir la resistencia del agregado a la abrasión y fragmentación.
- Procedimiento: Se coloca una muestra de agregado con una carga de bolas de acero en un cilindro giratorio y se cuenta el número de vueltas. Luego, se tamiza el material resultante para determinar la pérdida por abrasión.
- Resultado: Porcentaje de desgaste del agregado.

Ensayo de Equivalente de Arena:

- Objetivo: Medir la cantidad de materiales finos o arcillosos en el agregado.
- Procedimiento: Se mezcla una muestra de agregado con una solución de lavado y se agita. Luego, se mide la altura de los sedimentos y la altura de la arcilla en una probeta graduada.
- Resultado: Relación entre la altura del sedimento y la altura total de la muestra, expresada en porcentaje.

Ensayo de Índice de Forma:

- Objetivo: Determinar la proporción de partículas alargadas y planas en el agregado.
- Procedimiento: Se pasa una muestra de agregado por una serie de cribas y se mide el grosor y la longitud de las partículas.
- Resultado: Relación entre la longitud y el grosor promedio de las partículas.

ETAPA IV: DISEÑO DE MEZCLAS

Diversos sectores, como la construcción, la alimentación y los materiales, recurren al diseño de mezclas como método metódico para desarrollar nuevas mezclas que



satisfagan requisitos de rendimiento específicos. A continuación se presenta un resumen de la técnica estándar para el diseño de mezclas:

1. Definición del Objetivo

- Propósito de la mezcla: Definir claramente el uso final de la mezcla, como su función específica y las condiciones bajo las cuales se utilizará.
- Requisitos de desempeño: Establecer los parámetros que la mezcla debe cumplir, como resistencia, durabilidad, trabajabilidad, apariencia, etc.

2. Selección de Materiales

- Identificación de componentes: Enumerar todos los elementos emplearse en la mezcla, como agregados, cemento, aditivos, agua, etc.
- Propiedades de los materiales: Analizar las propiedades de cada componente, incluyendo tamaño, forma, contenido de humedad, densidad, y cualquier característica específica relevante para el desempeño deseado.

3. Determinación de Proporciones

- Método de diseño: Seleccionar el método de diseño adecuado, como el método de las relaciones volumétricas, el método del peso, o técnicas estadísticas.
- Pruebas preliminares: Realizar mezclas de prueba para determinar las proporciones óptimas de cada componente. Este paso puede incluir pruebas de trabajabilidad, resistencia a la compresión, asentamiento, etc.

4. Mezcla y Evaluación

- Preparación de la mezcla: Mezclar los materiales según las proporciones determinadas en las pruebas preliminares.
- Ensayos de calidad: Esto puede incluir pruebas de resistencia, durabilidad, permeabilidad, entre otros.

5. Ajustes y Optimización

- Análisis del efecto: Revisar los efectos de los ensayos y compararlos con los requisitos de desempeño.



- Ajustes de la mezcla: Si es necesario, ajustar dosificaciones de los componentes para mejorar el desempeño de la mezcla.
- Iteración: Repetir el proceso de mezcla y evaluación hasta obtener una mezcla que cumpla con todos los criterios.

6. Documentación

- Registro de proporciones: Documentar las dosificaciones finales de los componentes de la mezcla.
- Método de mezcla: Describir el procedimiento exacto utilizado para preparar la mezcla, incluyendo el equipo y las condiciones de mezcla.
- Resultados de pruebas: Incluir los resultados de todas las pruebas de calidad realizadas.

7. Implementación y Control de Calidad

- Producción en escala: Escalar la producción de la mezcla según las proporciones y el método documentado.
- Control de calidad continuo: Implementar un sistema de control de calidad para asegurar que cada lote producido cumple con los estándares establecidos.

ETAPA V: RESISTENCIA A COMPRESION

El enfoque de la fuerza a compresión es una forma de averiguar si un material puede soportar mucha compresión antes de derrumbarse o mostrar una deformación significativa. Este enfoque se utiliza habitualmente en ingeniería civil y en el sector de la construcción para evaluar la condición de distintos elementos de construcción, como la piedra, el mortero, el hormigón, etc.

Aquí te presento un procedimiento general:

- Preparación de muestras: Se seleccionan muestras representativas del material que se va a evaluar. Estas muestras suelen ser cilíndricas o cúbicas y se preparan de acuerdo con estándares específicos.

- Acondicionamiento de las muestras: Las muestras se almacenan en condiciones controladas (generalmente en un ambiente con temperatura y humedad controladas) durante un período de tiempo definido para asegurar que estén en condiciones estables antes de la prueba.
- Montaje de la muestra: Dependiendo del tipo de material y el equipo disponible, puede requerirse algún tipo de adaptador o accesorio para sujetar la muestra de forma segura.
- Aplicación de carga: Se aplica una carga gradualmente creciente a la muestra a través de la máquina de ensayo. La tasa de aplicación de carga puede variar según las normas o estándares específicos que se estén siguiendo.
- Registro de datos: Esto se realiza típicamente mediante sensores conectados a la máquina de ensayo o mediante equipos de registro de datos computarizados.
- Determinación del punto de ruptura: Se continúa aplicando carga hasta que la muestra alcanza su punto de ruptura, momento en el cual se registra la carga máxima soportada por la muestra.

Figura 5

Equipo de esfuerzo a compresión





ETAPA VII: EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Utilizaremos tablas comparativas para mostrarle los resultados de la evaluación. Las tablas que figuran a continuación muestran comparaciones porcentuales de distintos grupos de edad.

3.7 Procesamiento de datos

Tablas, gráficos y cálculos son sólo algunas de las herramientas que se utilizarán para el análisis de los datos con el fin de obtener resultados de experimentos basados en métodos confiables que garanticen la recogida sistemática de datos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos.

Las muestras de áridos gruesos y finos recogidos en la cantera de Isla se sometieron a pruebas exhaustivas, cuyos resultados pueden verse en las tablas siguientes.

Pruebas de distribución granulométrica:

Tabla 3

Análisis granulométrico del AG

MALLA	P.	%	%	%	ESPECIF.
ASTM	RET.	PARCIAL	ACUM.	PASA	
3"					
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	135.00	3.86	3.86	96.14	100 %
3/4"	634.00	18.11	21.97	78.03	90 - 100 %
1/2"	1173.00	33.51	55.49	44.51	
3/8"	879.00	25.11	80.60	19.40	20 - 55 %
1/4"					
No4	679.00	19.40	100.00	0.00	0 - 10 %
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0
TOTAL		3500.00	100.00		
% PÉRDIDA		0.00			



Tabla 4

Análisis granulométrico del AF

TAMIZ	PESO	%	%	%	ESPECIF.
ASTM	RET.	RET.	ACUM.	PASA	
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %
No8	135.02	27.00	27.00	73.00	80 - 100 %
No10					
No16	115.21	23.04	50.05	49.95	50 - 85 %
No20					
No30	70.15	14.03	64.08	35.92	25 - 60 %
No40					
No 50	85.62	17.12	81.20	18.80	10 - 30 %
No60					
No80					
No100	52.47	10.49	91.69	8.31	2-10%
No200	22.74	4.55	96.24	3.76	
BASE		18.79	3.76	100	0.00
TOTAL		500.00	100.00		
% PÉRDIDA		3.76			

Nota. Resultados de laboratorio

HUMEDAD:

Tabla 5

Humedad de los materiales.

Descripción	Agregado Fino	Agregado Grueso
P. Muestra húmeda + tarro	363.85	392.56
P. Muestra seca + tarro	356.21	384.32
Peso del tarro	51.27	49.75
P. Muestra húmeda	312.58	342.81
P. Muestra seco	304.94	334.57
P. del agua	7.64	8.24
Contenido humedad	2.51	2.46

Nota. Análisis en Laboratorio

Los componentes pétreos procedentes de la cantera de Unocolla tienen aquí su contenido de humedad. Por un lado, tenemos un 2,51% de humedad en el árido fino y un 2,46% en el árido grueso.



PESO ESPECÍFICO

(A.F.)

❖ **Peso específico:**

$$Wc + B = 1810$$

$$Wc + B - W = 192$$

$$Pe = \frac{B}{Wc + B - W} = 2.61 \text{ gr/cm}^3$$

$$Pe = 2.61 \text{ gr/cm}^3$$

❖ **Absorción**

$$B - A = 17.39$$

$$Abs = \frac{(B - A) * 100}{A} = 3.60 \%$$

$$Abs = 3.60\%$$

(A.G)

❖ **Peso específico:**

$$Wc + B = 2110$$

$$Wc + B - W = 318$$

$$Pe = \frac{B}{Wc + B - W} = 2.52 \text{ g/cm}^3$$

$$Pe = 2.52 \text{ g/cm}^3$$

❖ **Absorción:**

$$B - A = 16.55$$

$$Abs = \frac{(B - A) * 100}{A} = 2.11 \%$$

$$Abs = 2.11\%$$

P. UNITARIOS SUELTOS:



Tabla 6

Peso unitario (suelto) AF

PESO UNITARIO (SUELTO)			
Masa del recipiente		5925 gr	
Capacidad del recipiente		2077 cm ³	
Procedimiento de introducir la muestra en el recipiente.		CAIDA LIBRE	
Masa del recipiente junto con la muestra no compactada	9510 gr	9515 gr	9520 gr
Muestra no compactada	3585 gr	3590 gr	3595 gr
Densidad de la muestra deshidratada	1.726	1.728	1.731
Promedio		1.728 gr/cm ³	

Se analizaron tres muestras representativas del agregado fino para determinar su peso unitario suelto. El promedio de estos análisis reveló que el peso unitario suelto del agregado fino es de 1.728 gr/cm³. Este procedimiento asegura una evaluación precisa de las propiedades físicas del material, crucial para proyectos de ingeniería y construcción que demandan un manejo exacto de los materiales pétreos.

Tabla 7

Peso unitario (suelto) AG

PESO UNITARIO (SUELTO)			
Masa del recipiente		7935 gr	
Capacidad del recipiente		3200 cm ³	
Procedimiento de introducir la muestra en el recipiente.		CAIDA LIBRE	
Masa del recipiente junto con la muestra no compactada	12870	12875	12885
Masa de la muestra no compactada	4935	4940	4950
Densidad más baja de la muestra deshidratada	1.54	1.544	1.547
Promedio		1.544 gr/cm ³	

Nota. Resultados de laboratorio

El análisis del P.U. suelto del agregado grueso, la evaluación de tres muestras representativas. El promedio resultante fue de 1.544 gr/cm³. Este proceso es importante la confiabilidad en la selección y manipulación de materiales pétreos en proyectos de ingeniería y construcción. La información obtenida es fundamental para el diseño y la ejecución efectiva de proyectos, asegurando la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas.



P. UNITARIOS COMPACTADOS

Tabla 8

Peso unitario (Compactado) AF.

PESO UNITARIO AGREGADO FINO (VARILLADO)			
Masa del recipiente.		5925 gr	
Capacidad del recipiente		2077 cm ³	
Total, de estratos.		3	
Cantidad de impactos por estrato		25	
Masa del recipiente junto con la muestra comprimida	9765	9775	9780
Masa de la muestra comprimida.	3840	3850	3855
Densidad óptima de la muestra deshidratada	1.849	1.854	1.856
Valor medio		1.853 gr/cm³	

La tabla muestra el P.U. compactado del A. fino, basado en tres muestras representativas, dio como resultado un promedio de 1.853 gr/cm³ mediante mediciones precisas. La capacidad de compactación del agregado fino es vital para avalar la estabilidad de las estructuras, especialmente en proyectos de infraestructura.

Tabla 9

Peso unitario (Compactado) AG.

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO (VARILLADO)			
Masa del recipiente.	7935 gr	7935 gr	7935 gr
Capacidad del recipiente	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
Total, de estratos.	3	3	3
Cantidad de impactos por estrato	25	25	25
Masa del recipiente junto con la muestra comprimida	13300	13315	13295
Masa de la muestra comprimida.	5365	5380	5360
Densidad óptima de la muestra deshidratada	1.677	1.681	1.675
Valor medio		1.678 gr/cm³	

La tabla muestra el P.U. compactado del agregado grueso, siguiendo un enfoque similar al del agregado fino, dio un promedio de 1.678 gr/cm³ tras evaluar tres muestras representativas. La capacidad de compactación del agregado grueso es vital para la estabilidad de las estructuras, especialmente en proyectos de infraestructura. Los resultados obtenidos contribuyen significativamente al diseño y la ejecución de proyectos, garantizando la calidad y durabilidad de las obras civiles.



4.1.1 Resultados relacionados con las proporciones de los componentes en el diseño de mezclas de concreto convencional y con la incorporación de residuos metálicos de obra.

Tabla 10

Características que presenta los agregados

CARACTERÍSTICAS	AGREG. GRUESO	AGREG. FINO
Peso específico en estado saturado y superficialmente seco.	2.52	2.61
Peso unitario en estado compactado mediante varillado	1678	1853
Peso unitario en estado suelto.	1544	1728
Porcentaje de absorción	2.11	3.60
Porcentaje de humedad natural	2.46	2.51
Índice de finura.	-	3.14

Nota. Laboratorio de suelos

DISEÑO DE MEZCLA

- a. Resistencia promedio

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

- b. Agua y aire:

$$\text{Agua} = 205$$

$$\text{Aire} = 2\%$$

- c. A/C

$$\frac{294.0 - 250.0}{300.0 - 294.0} = \frac{a/c - 0.620}{0.550 - a/c}$$

$$a/c = 0.55$$

- d. Factor de cemento:

$$a = 205.00$$

$$a/c = 0.55$$

$$205 / c = 0.55$$

$$c = 372 \text{ kg/m}^3$$



e. Estimación del agregado grueso mediante el módulo de fineza:

$$2.500 \dots \dots 0.55$$

$$2.460 \dots \dots b/b_0$$

$$2.400 \dots \dots 0.556$$

$$b/b_0 = 0.596$$

$$P_{AG} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

f. Volúmenes absolutos:

El cálculo del volumen de agua es igual a 205 dividido por 1000, lo que da como resultado 0.205. Para el volumen de cemento, se divide 373 entre 2.880 multiplicado por 1000, obteniendo 0.129. Para el volumen de agregado grueso, se divide 1000 entre 2.54 multiplicado por 1000, dando 0.394. El volumen de aire incorporado se calcula dividiendo 2 entre 100, resultando en 0.020. La suma de estos volúmenes da un total de 0.748.

g. Volumen del agreg. fino

$$V_{AF} = 1.00 - 0.748$$

$$V_{AF} = 0.252 \text{ m}^3$$

h. Determinación del peso del agreg. fino

$$P_{AF} = 0.171 * (2.61 * 1000)$$

$$P_{AF} = 657 \text{ kg/m}^3$$

Con los estudios de laboratorio, se observa un porcentaje de humedad en los agregados, lo que demanda ajustes en sus pesos respectivos:

- Agreg. grueso húmedo (1000) * (1.024629) = 1024 Kg.

- Agreg. Fino húmedo (657) * (1.0251) =673 Kg.

Tabla 11

Dosificación según DM.

AGREGADO	PESO SECO	VOLUMEN P. SECO	P. HÚMEDO	VOLUMEN HÚMEDO
Cemento	373	1.00	373	1.00
Agua	205	0.55	209	0.56
Agreg. G.	1000	2.68	1024	2.75
Agreg. F.	657	1.76	673	1.81
Aire	2.0 %		2.0 %	

La tabla muestra las dosis necesarias para fabricar hormigón con un valor $f'c$ de 210 kg/cm², según el diseño de la mezcla. En cuanto a la relación peso/volumen, se aplican las siguientes proporciones: El coste del cemento es de 1,00, el coste del agua es de 0,56, el coste del árido grueso es de 2,75 y el coste del árido fino es de 1,81.

Figura 6

Dosificaciones del diseño de mezclas

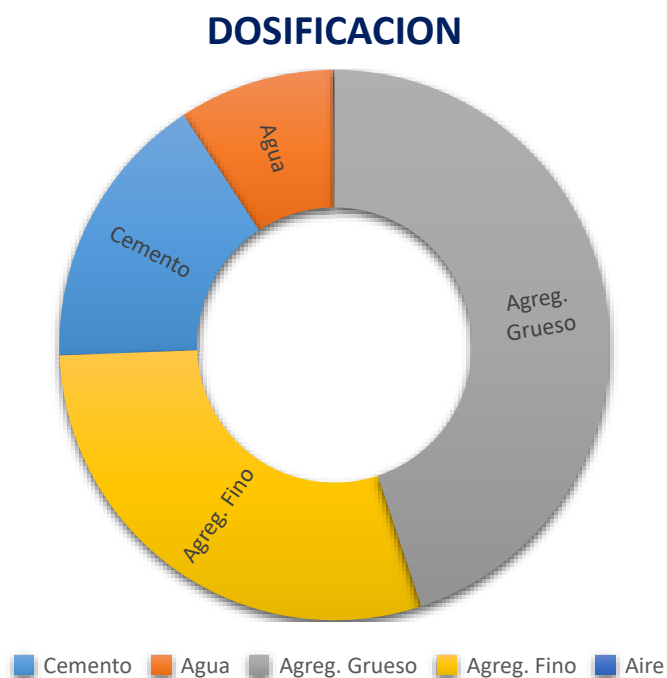


Tabla 12

Proporción por m3

DOSIFICACIÓN POR M3	
Material aglutinante	42.50 kg
Arena o material granular fino	76.77 kg
Piedra o material granular grueso	116.82 kg
Líquido de mezcla	23.80 kg

Figura 7

Dosificaciones del diseño de mezclas

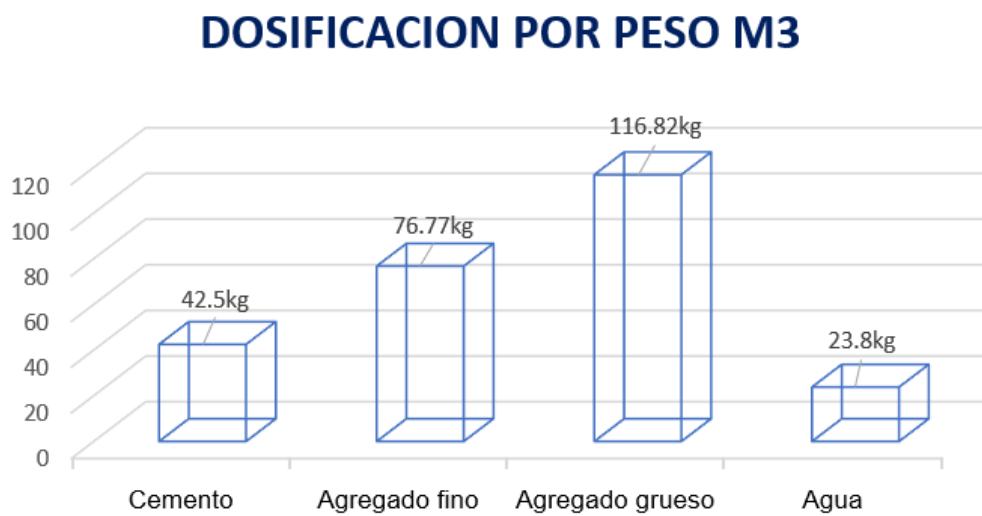


Tabla 13

Proporciones de residuos metálicos de obra

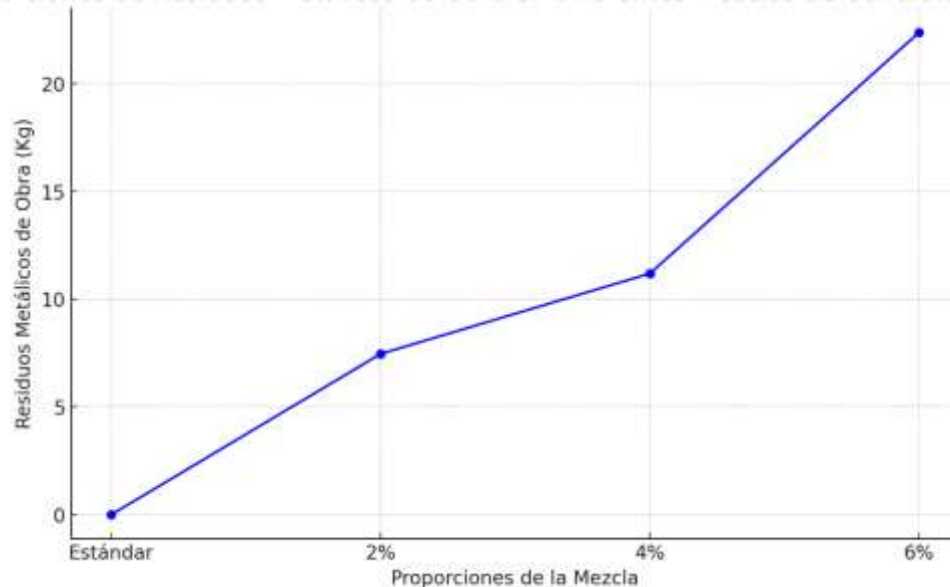
Materiales	(Estándar)	(2%)	(4%)	(6%)
Cemento (Kg)	373	373	373	373
Agua (Litros)	209	209	209	209
A. Grueso (Kg)	1024	1024	1024	1024
A. Fino (Kg)	673	673	673	673
Residuos metálicos de obra (Kg)	0.00	7.46	11.19	22.38

Se aprecia la dosificación para la fabricación de probetas de concreto convencional y concreto con el empleo de residuos metálicos de obra, en proporciones alterable para los ensayos respectivos.

Figura 8

Proporciones, según diseño de mezclas

Proporciones de Residuos Metálicos de Obra en Diferentes Mezclas de Concreto Reciclado



La gráfica ilustra cómo los RMO aumentan conforme se incrementa el porcentaje de estos residuos en la mezcla, manteniendo constantes las proporciones de otros materiales como cemento, agua, agregado grueso y agregado fino.

- **Estándar:** 0.00 Kg
- **2%:** 7.46 Kg
- **4%:** 11.19 Kg
- **6%:** 22.38 Kg

La tendencia muestra un claro aumento, lo que sugiere una mayor inclusión de RMO conforme se incrementa el porcentaje estipulado en la mezcla.

4.1.2 Resultados relacionados con el asentamiento del concreto fresco convencional al incorporar residuos metálicos de obra.

A continuación se presentan los resultados del ensayo de asentamiento realizado al hormigón recién mezclado.

Tabla 14

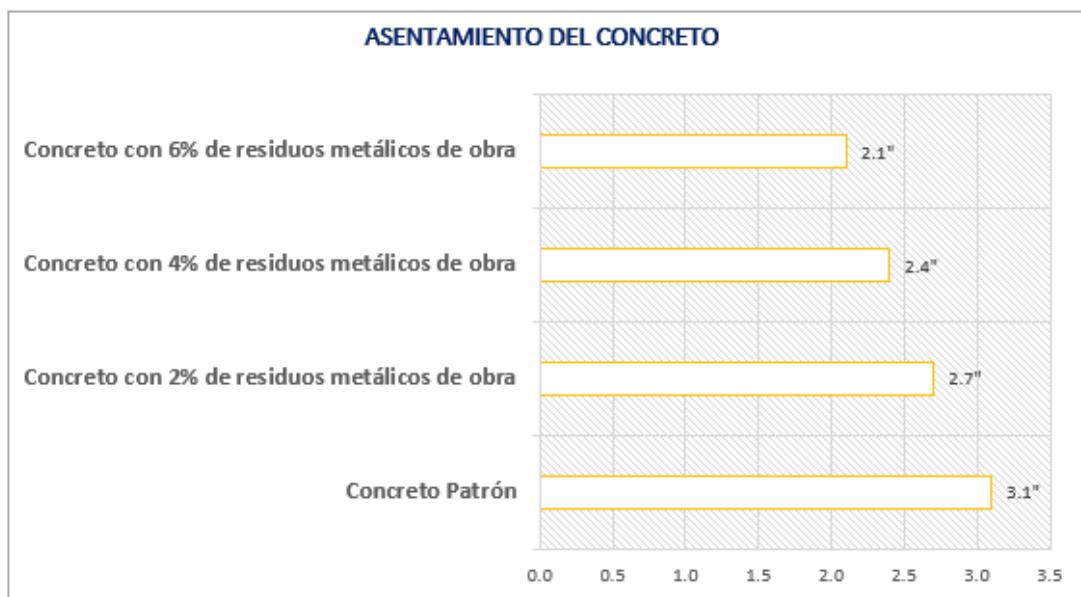
Consistencia del concreto

TIPO	SLUMP	TRABAJABILIDAD
Concreto Estándar	3.1"	Trabajable
Concreto con 2% de residuos metálicos de obra	2.7"	Trabajable
Concreto con 4% de residuos metálicos de obra	2.4"	Trabajable
Concreto con 6% de residuos metálicos de obra	2.1"	Trabajable

La tabla muestra que el slump del concreto disminuye al aumentar los residuos metálicos, reduciendo su consistencia de 3.1" a 2.1" con 6% de residuos. Sin embargo, el concreto sigue siendo "Trabajable" en todos los casos, manteniendo su viabilidad para el uso estándar.

Figura 9

Asentamiento de concreto



Se aprecia el ensayo SLUMP, que el asentamiento es variable, Es evidente que, a medida que aumenta la cantidad de residuos metálicos, la trabajabilidad del hormigón se reduce la similitud con la muestra de referencia. Esto se traduce en una consistencia más seca del hormigón cuando se aplican cantidades variables de residuos metálicos.

4.1.3 Resultados referentes a la resistencia a la compresión del concreto convencional con la incorporación de residuos metálicos de obra.

Tabla 15

Resistencia de la muestra estándar a los 7 días.

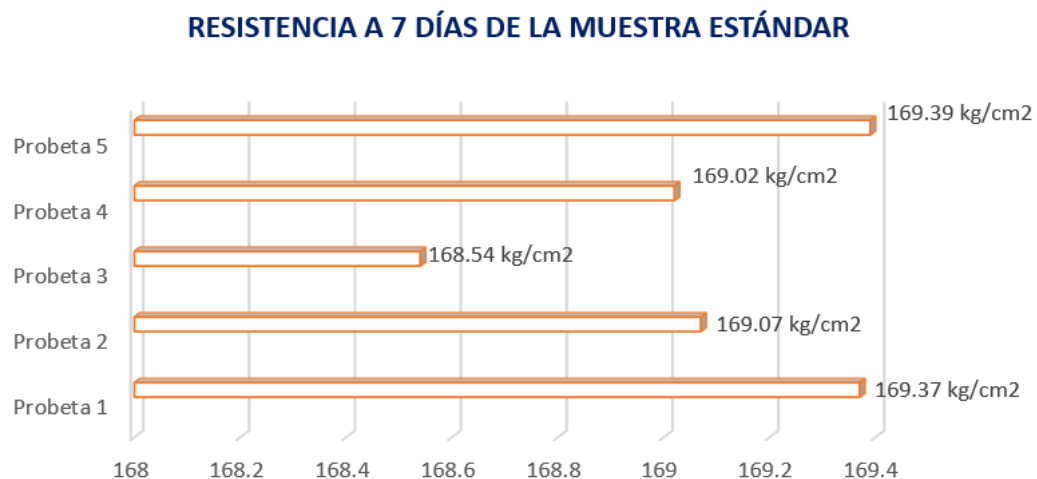
MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	29851	169.37	7	169.08 kg/cm ²
Probeta 2	29797	169.07	7	
Probeta 3	29824	168.54	7	
Probeta 4	29789	169.02	7	
Probeta 5	29854	169.39	7	

Nota. Resultados de laboratorio

Este hormigón tiene un esfuerzo a los siete días, medida con una probeta normalizada. Los resultados pueden verse en la tabla. Tras analizar cinco muestras diferentes, comprobamos que la resistencia media era de 169,08 kg/cm².

Figura 10

Comportamiento de la resistencia 7 días, de la muestra estándar.

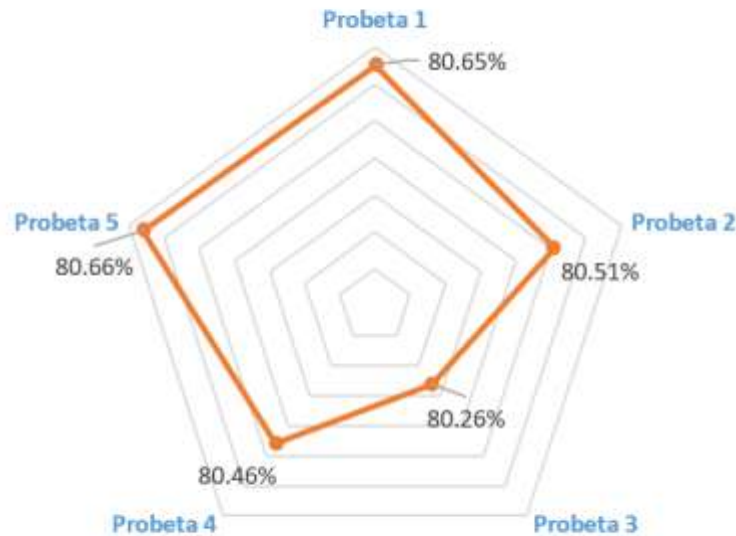


Se aprecia la resistencia del concreto estándar se visualiza las cinco muestras donde la resistencia promedio es 169.08 kg/cm², siendo este un buen comportamiento puesto que supera el 65% de la resistencia diseñada del concreto a los 7 días de secado.

Figura 11

Porcentajes de resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a los 7 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS A LOS 7 DIAS



La figura muestra los porcentajes alcanzados sobre la fuerza a compresión del hormigón normal a 7 días de consolidación. En promedio, se alcanza el 80,51% del hormigón convencional previsto inicialmente.

Tabla 16

Esfuerzo de la muestra estándar a los 14 días.

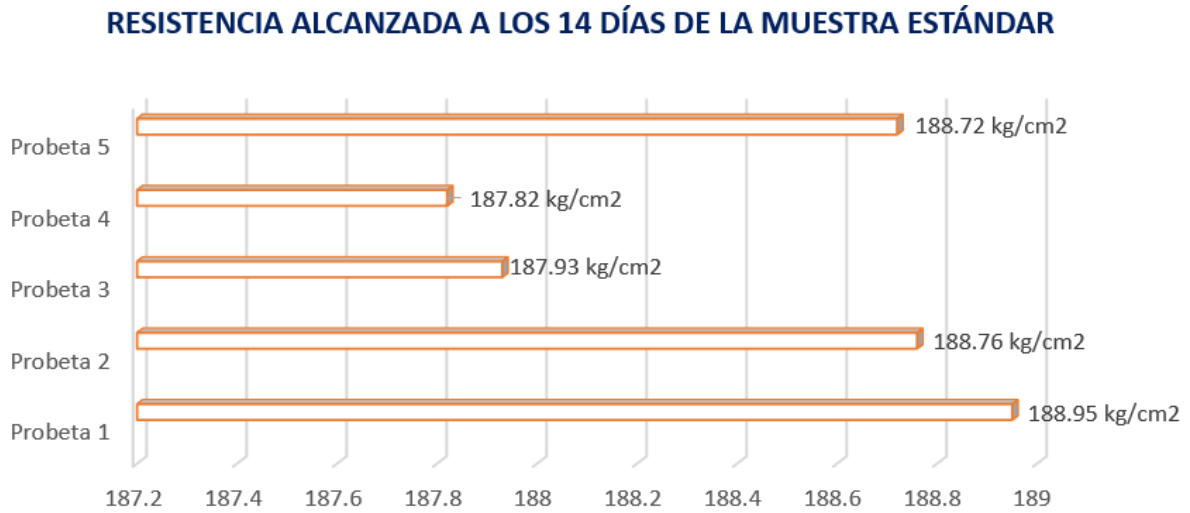
MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. ROTURA (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	33302	188.95	14	188.44 kg/cm ²
Probeta 2	33267	188.76	14	
Probeta 3	33254	187.93	14	
Probeta 4	33234	187.82	14	
Probeta 5	33261	188.72	14	

Nota. Resultados de laboratorio

Este hormigón tiene una resistencia a los 14 días, medida con una probeta normalizada. Los resultados pueden verse en la tabla. Tras analizar cinco muestras diferentes, comprobamos que el esfuerzo medio es de 188.44 kg/cm².

Figura 12

Esfuerzo a los 14 días, de la muestra estándar.

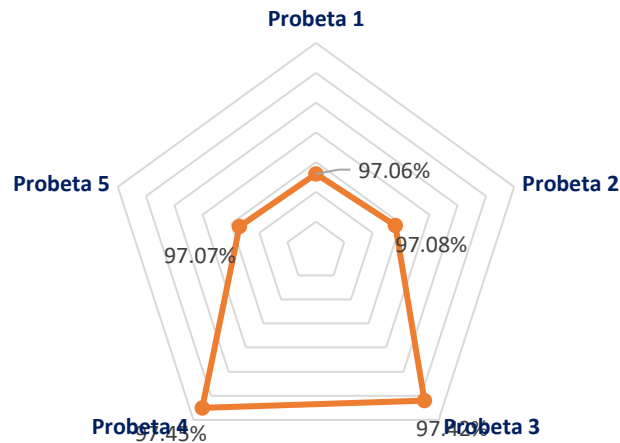


Se ilustra la actitud de la resistencia del concreto estándar se visualiza las cinco muestras donde la resistencia promedio es 188.44 kg/cm², siendo este un buen comportamiento del concreto a 14 días de consolidación.

Figura 13

Porcentajes del esfuerzo del concreto estándar, a los 14 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS A LOS 14 DIAS SOBRE LA RESISTENCIA



En la figura se aprecia los porcentajes alcanzados sobre el esfuerzo a los 14 días de secado del concreto estándar, alcanzado un promedio de 89.73%, del concreto convencional diseñado.

Tabla 17

Resistencia de la muestra estándar a 28 días.

MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. ROTURA (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	38420	217.12	28	216.72 kg/cm ²
Probeta 2	38375	216.87	28	
Probeta 3	38163	216.54	28	
Probeta 4	38206	216.78	28	
Probeta 5	38271	216.28	28	

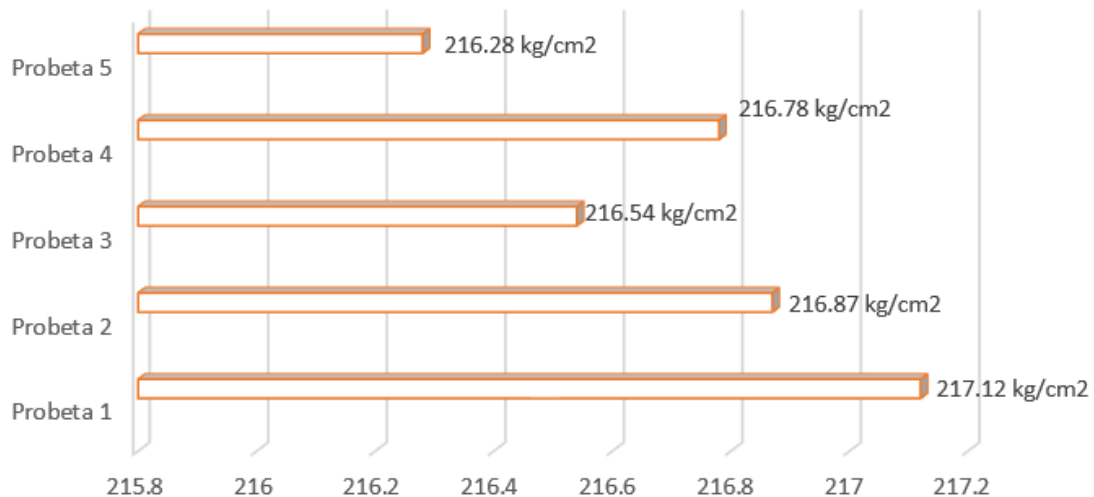
Nota. Resultados de laboratorio

La tabla exhibe los el efecto de la fuerza a compresión del concreto estándar a los 28 días. Se realizaron pruebas en cinco especímenes, obteniéndose un promedio de resistencia de 169.08 kg/cm².

Figura 14

Esfuerzo alcanzada a 28 días, de la muestra estándar.

RESISTENCIA ALCANZADA A LOS 28 DÍAS DE LA MUESTRA ESTÁNDAR

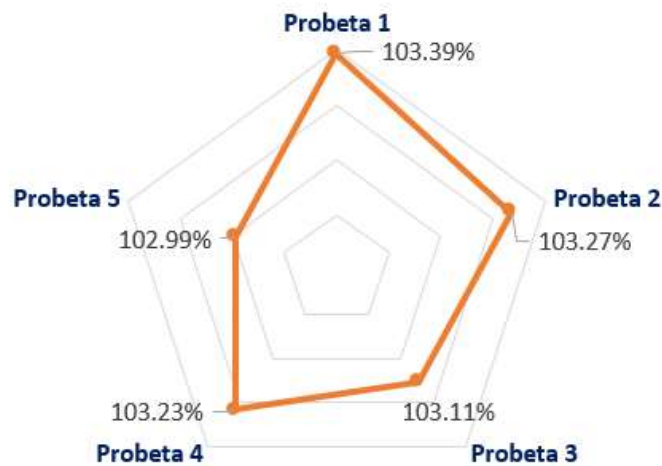


Se exhibe la resistencia del concreto estándar a 28 días de secado mostró que el concreto alcanzó su consolidación, con una resistencia promedio de 216.72 kg/cm². Este resultado es positivo, ya que supera la resistencia diseñada.

Figura 15

Porcentajes del esfuerzo del concreto estándar, a 28 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS A LOS 28 DIAS SOBRE LA RESISTENCIA



En la figura se aprecia los porcentajes alcanzados sobre el esfuerzo a 28 días de secado del concreto estándar, alcanzado un promedio de 103.20%, del concreto estándar diseñado, siendo este superando el diseño requerido se puede decir que el concreto cumple con los parámetros.

A. Concreto + residuos metálicos de obra al 2%.

Prueba a los 7 días

Tabla 18

Resistencia concreto + residuos metálicos de obra al 2%, a 7 días.

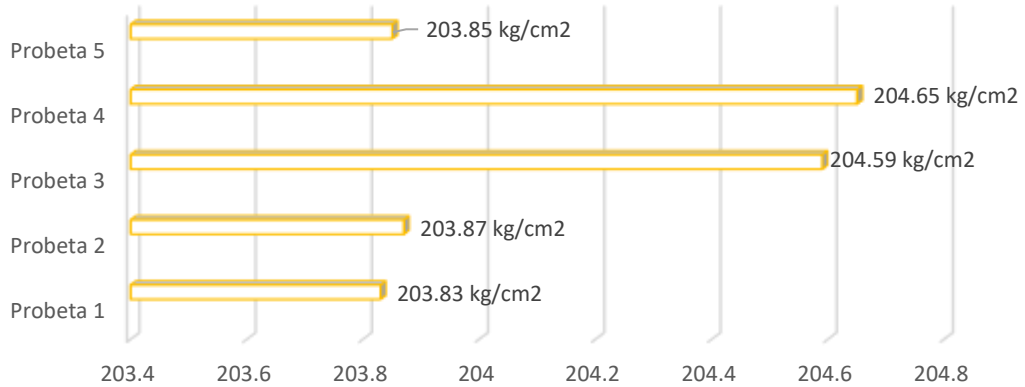
MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. ROTURA (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	32568	184.05	7	184.69 kg/cm ²
Probeta 2	32612	185.04	7	
Probeta 3	32594	184.94	7	
Probeta 4	32627	185.12	7	
Probeta 5	32609	184.28	7	

Nota. Resultados de laboratorio

Figura 16

Resistencia a 7 días, del concreto + 2% de residuos metálicos de obra.

RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS, CON 2% DE RESIDUOS METALICOS DE OBRA

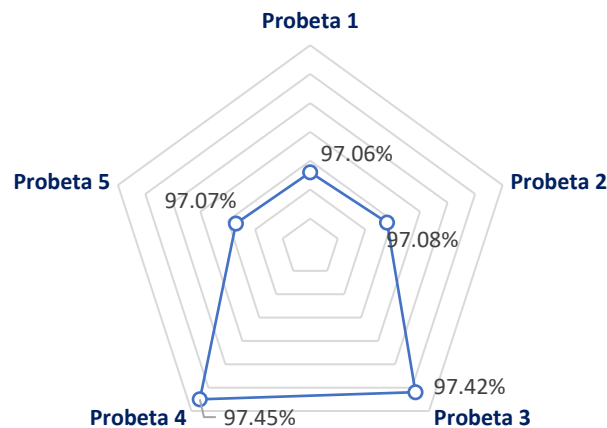


La figura ilustra la resistencia del concreto con el empleo de 2% de residuos metálicos de obra, en 7 días de secado, llego a 184.69 kg/cm², promedio de las cinco muestras experimentadas.

Figura 17

Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto + 2%, de residuos metálicos de obra, a 7 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS



En la figura se aprecia los porcentajes alcanzados sobre el esfuerzo a 7 días de secado del concreto + 2% de residuo metálico de obra, alcanzado un promedio de 87.94%, del concreto convencional.

Prueba a los 14 días

Tabla 19

Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 2%, a 14 días.

MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. ROTURA (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	37228	210.39	14	210.62 kg/cm ²
Probeta 2	37206	210.26	14	
Probeta 3	37216	211.16	14	
Probeta 4	37185	210.99	14	
Probeta 5	37213	210.30	14	

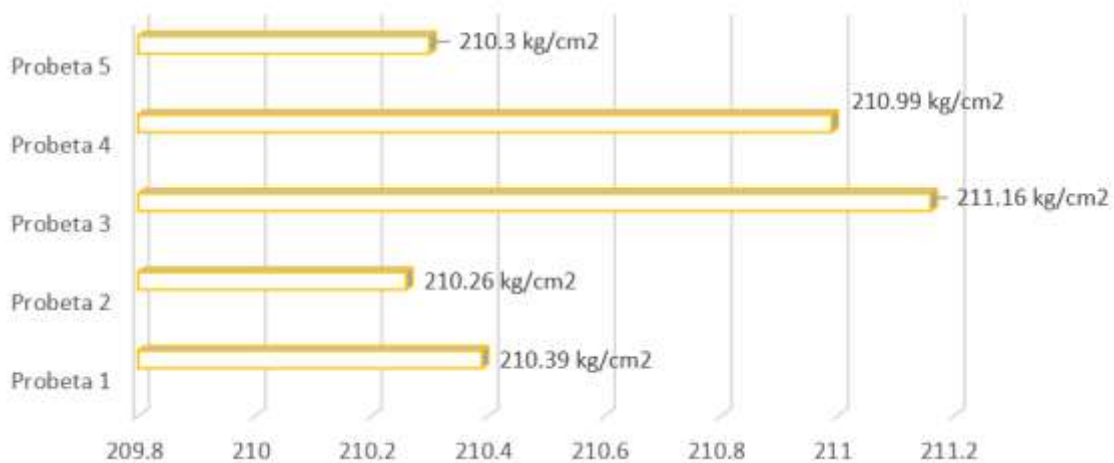
Nota. Resultados de laboratorio

La Tabla ilustra los resultados del esfuerzo del concreto + 2% de residuos metálicos de obra a los 14 días. Las pruebas fueron realizadas en cinco especímenes, y el promedio de la resistencia obtenida es de 210.62 Kg/cm².

Figura 18

Resistencia 14 días, del concreto + 2% de residuos metálicos de obra.

RESISTENCIA A 14 DÍAS, CON 2% DE RESIDUOS METALICOS DE OBRA

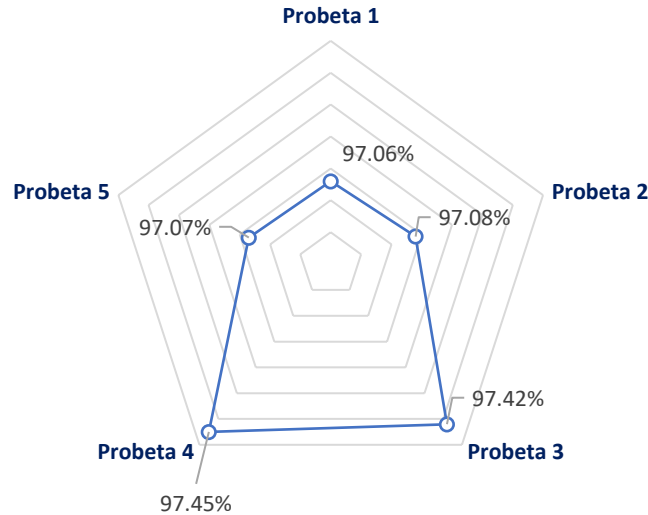


La figura exhibe la resistencia del concreto con el empleo de 2% de residuos metálicos de obra, a los 14 días de secado, llego a 210.62 kg/cm², promedio de las cinco muestras experimentadas.

Figura 19

Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto + 2%, de residuos metálicos de obra, a 14 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS A LOS 14 DIAS SOBRE LA RESISTENCIA



En la figura se aprecia los porcentajes alcanzados sobre el esfuerzo a 14 días de consolidación del concreto + 2% de residuo metálico de obra, alcanzado un promedio de 100.30%, del concreto convencional.

Prueba a 28 días

Tabla 20

Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 2%, a 28 días.

MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. ROTURA (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	39697	224.34	28	224.60 kg/cm ²
Probeta 2	39534	224.31	28	
Probeta 3	39659	225.02	28	
Probeta 4	39661	225.04	28	
Probeta 5	39688	224.29	28	

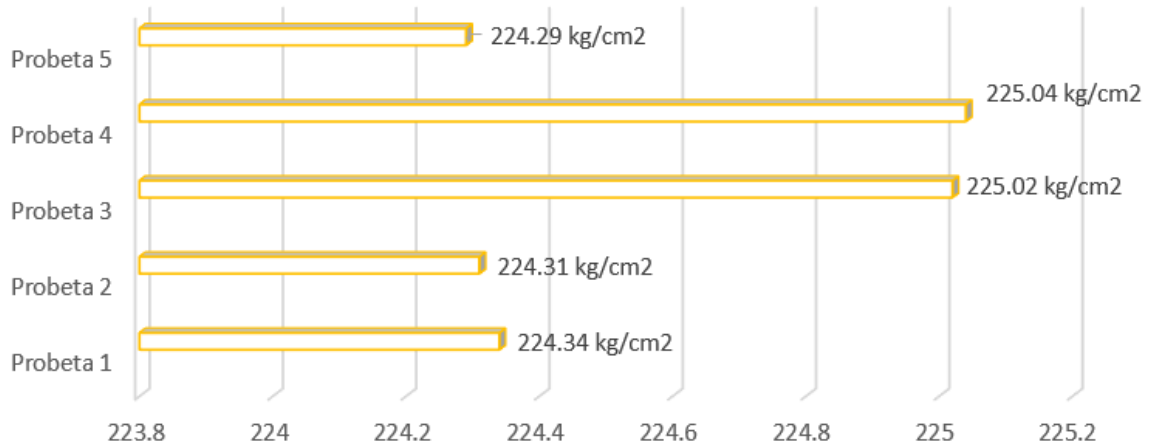
Nota. Resultados de laboratorio

La Tabla ilustra los resultados del esfuerzo del concreto + 2% de residuos metálicos de obra a los 28 días. Las pruebas fueron realizadas en cinco especímenes, y el promedio de la resistencia obtenida es de 224.60 Kg/cm².

Figura 20

Resistencia a 28 días, del concreto + 2% de residuos metálicos de obra.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS, CON 2% DE RESIDUOS METALICOS DE OBRA

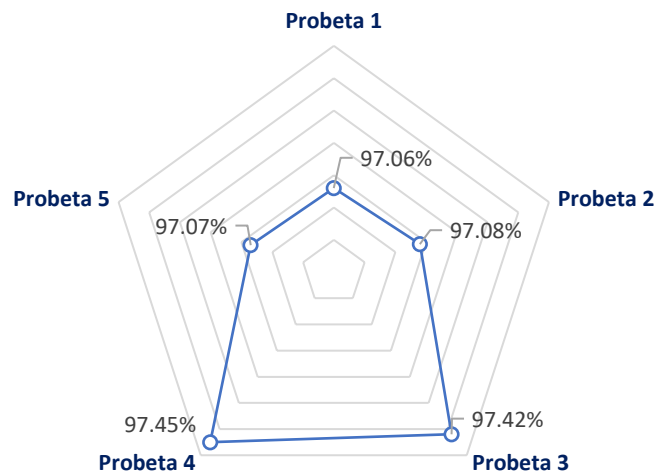


La figura muestra el comportamiento del esfuerzo del concreto con el empleo de 2% de residuos metálicos de obra, a 28 días de secado, llego a 224.60 kg/cm², promedio de las cinco muestras experimentadas.

Figura 21

Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto con de 2%, de residuos metálicos de obra, a los 28 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS A LOS 28 DIAS SOBRE LA RESISTENCIA



En la figura se aprecia los porcentajes alcanzados sobre el esfuerzo a 28 días de secado del concreto + 2% de residuo metálico de obra, alcanzado un promedio de 106.95%, del concreto convencional.

B. Concreto + residuos metálicos de obra al 4%.

Prueba a 7 días

Tabla 21

Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 4%, a 7 días.

MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. ROTURA (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	36205	204.61	7	204.81 kg/cm ²
Probeta 2	36195	205.37	7	
Probeta 3	36089	204.77	7	
Probeta 4	36157	205.15	7	
Probeta 5	36127	204.16	7	

Nota. Laboratorio

Figura 22

Resistencia a 7 días, del concreto + 4% de residuos metálicos de obra.

RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS, CON 4% DE RESIDUOS METALICOS DE OBRA

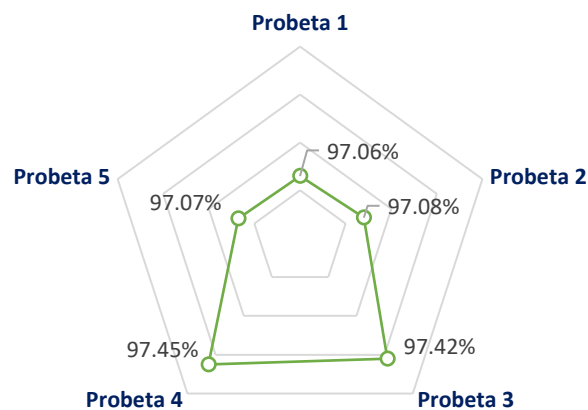


La figura exhibe el comportamiento del esfuerzo del concreto con el empleo de 4% de residuos metálicos de obra, a 7 días de su consolidación, llegó a 204.81 kg/cm², promedio de las cinco muestras experimentadas.

Figura 23

Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto + 4%, de residuos metálicos de obra, a 7 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS A LOS 7 DIAS SOBRE LA RESISTENCIA



En la figura muestra los porcentajes alcanzados sobre el esfuerzo a compresión a 7 días de secado del concreto + 4% de residuo metálico de obra, alcanzado un promedio de 97.53%, del concreto convencional.

Prueba a 14 días

Tabla 22

Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 4%, a los 14 días.

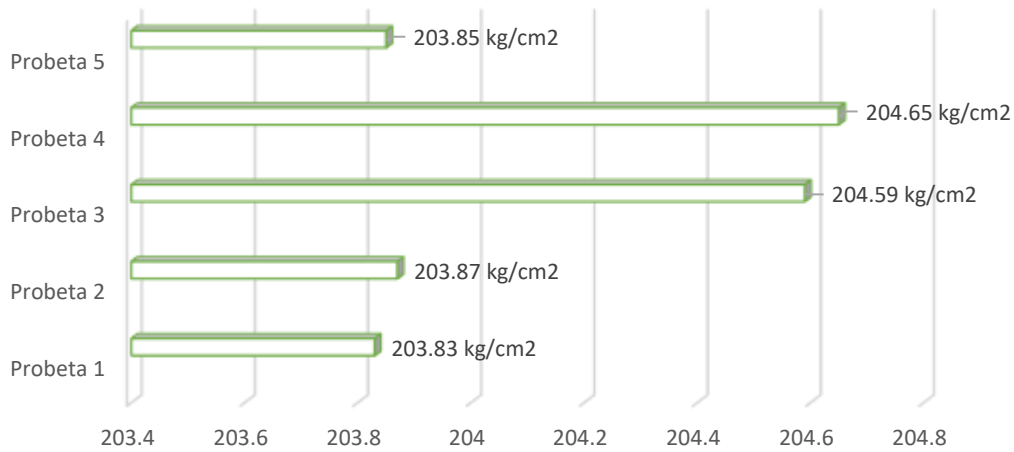
MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. ROTURA (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	38445	218.14	14	217.82 kg/cm ²
Probeta 2	38398	217.87	14	
Probeta 3	38420	217.12	14	
Probeta 4	38434	218.07	14	
Probeta 5	38405	217.91	14	

Nota. Resultados de laboratorio

Figura 24

Resistencia a 14 días, del concreto + 4% de residuos metálicos de obra.

RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS, CON 4% DE RESIDUOS METALICOS DE OBRA

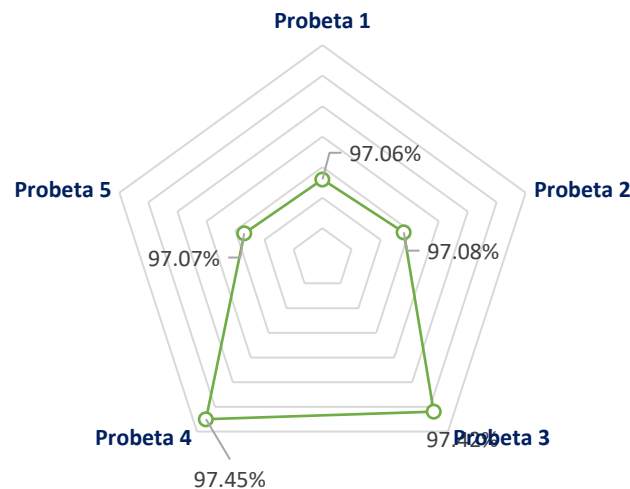


La figura exhibe el comportamiento del esfuerzo del concreto con el empleo de 4% de residuos metálicos de obra, a los 14 días de secado, llego a 217.82 kg/cm², promedio de las cinco muestras experimentadas.

Figura 25

Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto con de 4%, de residuos metálicos de obra, a los 14 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS A LOS 14 DIAS SOBRE LA RESISTENCIA



En la figura muestra los porcentajes alcanzados sobre el esfuerzo a los 14 días de secado del concreto + 4% de residuo metálico de obra, alcanzado un promedio de 103.72 %, del concreto convencional.

Prueba a 28 días

Tabla 23

Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 4%, a 28 días.

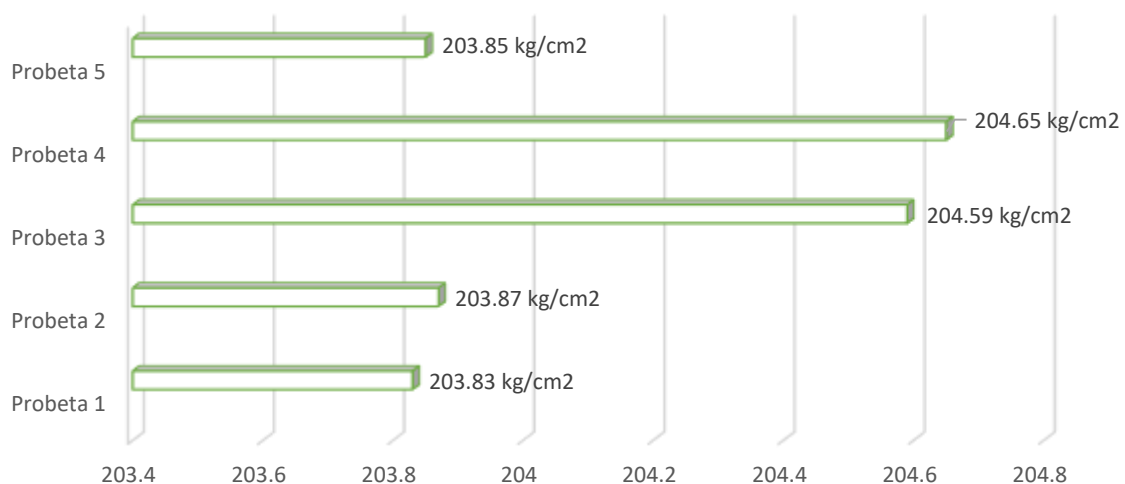
MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. ROTURA (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	40925	231.28	28	231.62 kg/cm ²
Probeta 2	40915	231.22	28	
Probeta 3	40931	232.24	28	
Probeta 4	40902	232.08	28	
Probeta 5	40927	231.29	28	

Nota. Resultados de laboratorio

Figura 26

Resistencia a 28 días, del concreto + 4% de residuos metálicos de obra.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS, CON 4% DE RESIDUOS METALICOS DE OBRA

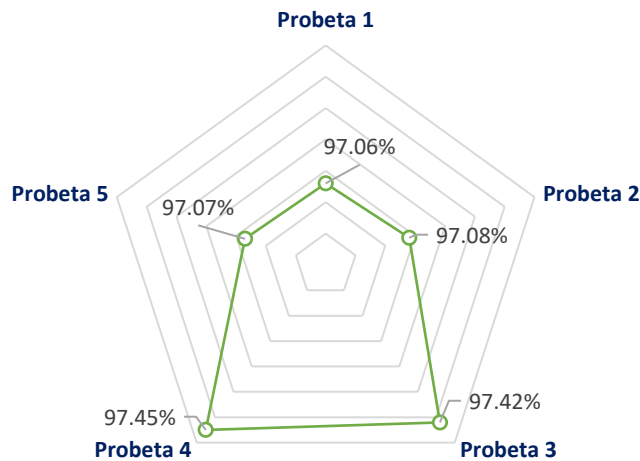


La figura exhibe el comportamiento de la resistencia del concreto con el empleo de 4% de residuos metálicos de obra, en 28 días de secado, llego a 217.82 kg/cm², promedio de las cinco muestras experimentadas.

Figura 27

Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto con de 4%, de residuos metálicos de obra, a los 28 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS A LOS 28 DIAS SOBRE LA RESISTENCIA



En la figura muestra los porcentajes alcanzados sobre la fuerza a compresión a 28 días de secado del concreto + 4% de residuo metálico de obra, alcanzado un promedio de 110.30 %, del concreto diseñado.

C. Concreto + residuos metálicos de obra al 6%.

Prueba a 7 días

Tabla 24

Esfuerzo del concreto con residuos metálicos de obra al 6%, a los 7 días.

MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. ROTURA (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	36935	208.73	7	209.34 kg/cm ²
Probeta 2	36925	209.51	7	
Probeta 3	36975	209.79	7	
Probeta 4	36987	209.02	7	
Probeta 5	36945	209.62	7	

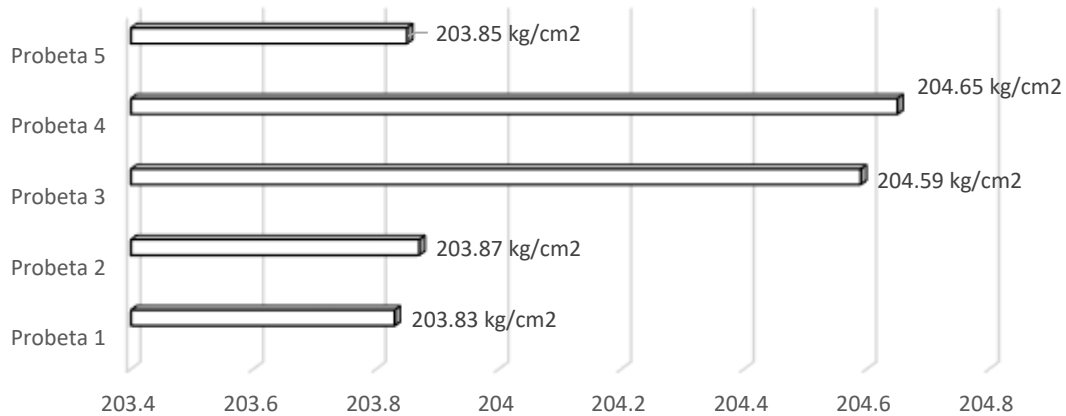
Nota. Laboratorio

La Tabla ilustra los resultados del esfuerzo del concreto + 6% de residuos metálicos de obra a 7 días. Las pruebas fueron realizadas en cinco especímenes, y el promedio de la resistencia obtenida es de 209.34 Kg/cm².

Figura 28

Resistencia a 7 días, del concreto + 6% de residuos metálicos de obra.

RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS, CON 6% DE RESIDUOS METALICOS DE OBRA

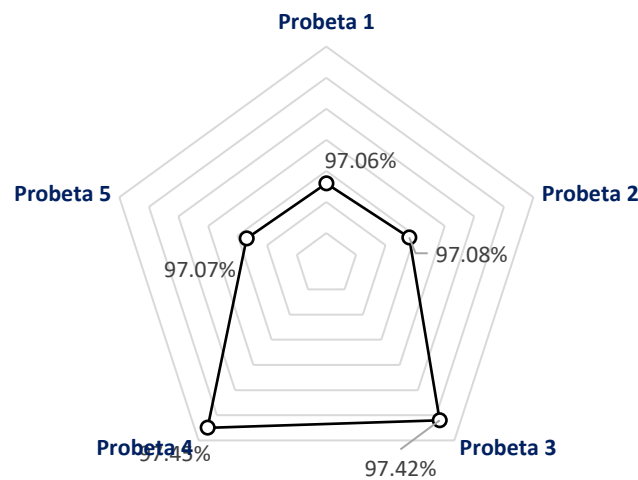


La figura ilustra el esfuerzo del concreto con el empleo de 6% de residuos metálicos de obra, a 7 días de consolidación, llego a 209.34 kg/cm², promedio de las cinco muestras experimentadas.

Figura 29

Porcentaje de resistencia del concreto + 6%, de residuos metálicos de obra, a 7 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS A LOS 7 DIAS SOBRE LA RESISTENCIA



En la figura muestra los porcentajes alcanzados sobre la fuerza a compresión a 7 días de consolidación del concreto + 6% de residuo metálico de obra, alcanzado un promedio de 99.68 %, del concreto convencional.

Prueba a 14 días

Tabla 25

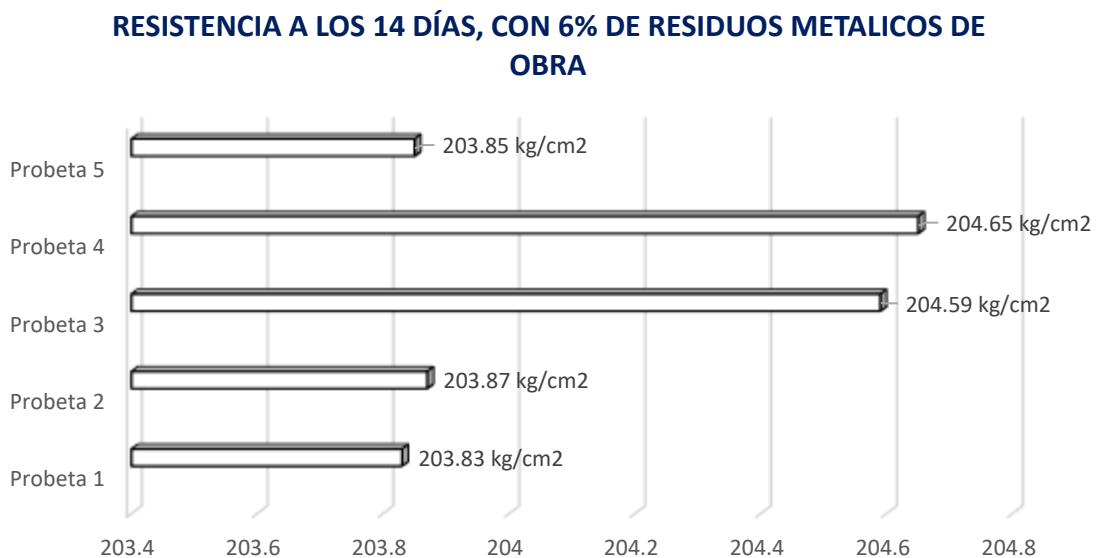
Esfuerzo del concreto con residuos metálicos de obra al 6%, a 14 días.

MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. ROTURA (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	39708	225.30	14	224.89 kg/cm ²
Probeta 2	39675	225.11	14	
Probeta 3	39698	224.35	14	
Probeta 4	39710	224.41	14	
Probeta 5	39703	225.27	14	

Nota. Resultados de laboratorio

Figura 30

Resistencia a 14 días, del concreto + 6% de residuos metálicos de obra.

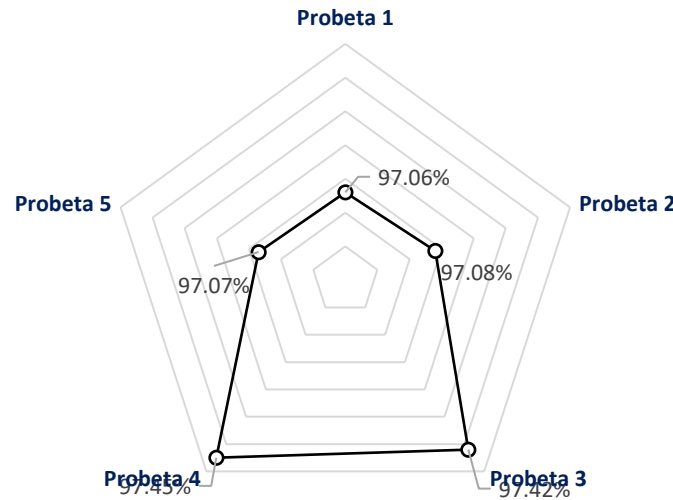


La figura exhibe el comportamiento del esfuerzo del concreto con el empleo de 6% de residuos metálicos de obra, a los 14 días de secado, llego a 224.89 kg/cm², promedio de las cinco muestras experimentadas.

Figura 31

Porcentaje de resistencia del concreto + 6%, de residuos metálicos de obra, a los 14 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS A LOS 14 DIAS SOBRE LA RESISTENCIA



En la figura muestra los porcentajes alcanzados sobre el esfuerzo a 14 días de secado del concreto + 6% de residuo metálico de obra, alcanzado un promedio de 107.09 %, del concreto convencional.

Prueba a 28 días

Tabla 26

Esfuerzo del concreto + residuos metálicos de obra al 6%, a 28 días.

MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. ROTURA (Kg/cm ²)	EDAD DIAS	PROMEDIO DE RESISTENCIA
Probeta 1	43225	245.26	28	244.67 kg/cm ²
Probeta 2	43216	245.21	28	
Probeta 3	43209	243.86	28	
Probeta 4	43199	245.11	28	
Probeta 5	43160	243.91	28	

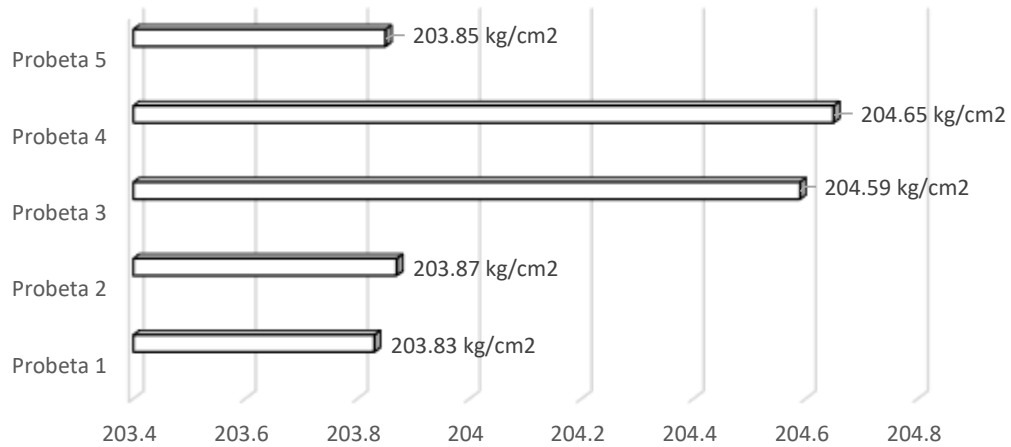
Nota. Resultados de laboratorio

La Tabla ilustra los resultados del esfuerzo del concreto + 6% de residuos metálicos de obra a 28 días. Las pruebas fueron realizadas en cinco especímenes, y el promedio de la resistencia obtenida es de 244.67 Kg/cm².

Figura 32

Resistencia a 28 días, del concreto + 6% de residuos metálicos de obra.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS, CON 6% DE RESIDUOS METALICOS DE OBRA

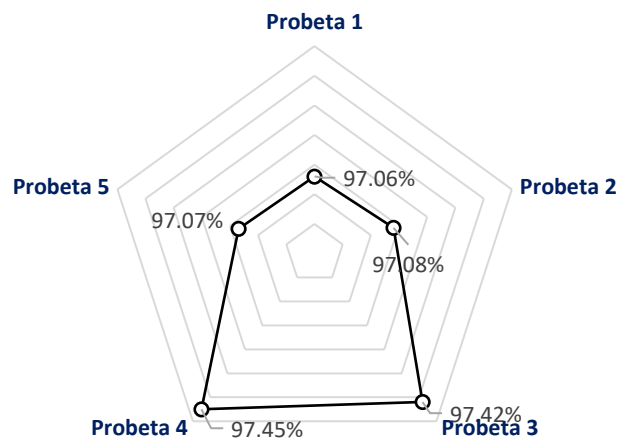


El uso de 6% de residuos metálicos en el concreto aumentó significativamente su esfuerzo a compresión, alcanzando 209.34 kg/cm² después de 28 días de secado, según el promedio de cinco muestras experimentales.

Figura 33

Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto con de 6%, de residuos metálicos de obra, a los 28 días.

PORCENTAJES ALCANZADOS A LOS 28 DIAS SOBRE LA RESISTENCIA



La figura muestra que al añadir un 6% de residuos metálicos de obra al concreto, la Fuerza compresión a los 28 días de secado alcanzó un promedio del 116.51% de esfuerzo del concreto diseñado (210 kg/cm²).

Cuadro comparativo de resistencias en edades de 7, 14 y 28 días de consolidación:

Tabla 27

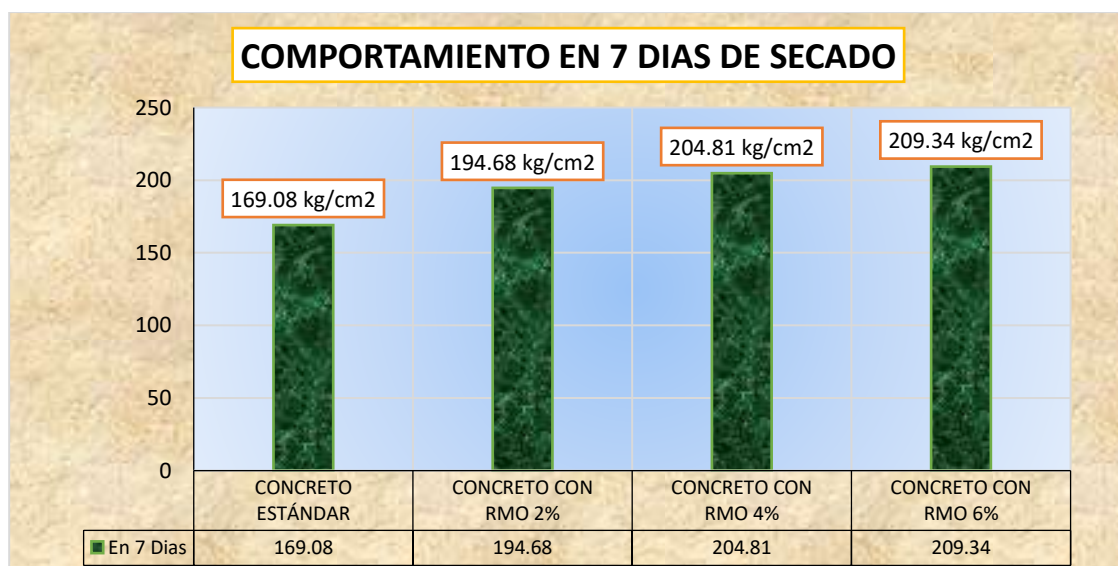
Resistencias alcanzadas, concreto + residuos metálicos de obras, en 7 días.

MUESTRA	RESISTENCIA EN 7 DIAS.
Concreto Estándar	169.08 kg/cm ²
Concreto con RMO 2%	194.68 kg/cm ²
Concreto con RMO 4%	204.81 kg/cm ²
Concreto con RMO 6%	209.34 kg/cm ²

La tabla 26 muestra que la resistencia del concreto, mejora al añadir residuos metálicos de obras (RMO). El concreto estándar tiene una resistencia de 169.08 kg/cm² a los 7 días, mientras que la resistencia del concreto con 2%, 4%, y 6% de RMO es 194.68, 204.81, y 209.34 kg/cm² respectivamente.

Figura 34

Comportamiento de la resistencia en 7 días.



La figura 34, la resistencia del concreto, mejora al añadir residuos metálicos de obras (RMO) durante los primeros 7 días de secado. El concreto estándar alcanza 169.08 kg/cm², mientras que con un 2%, 4%, y 6% de RMO, las resistencias son 194.68, 204.81, y 209.34 kg/cm², respectivamente.

Tabla 28

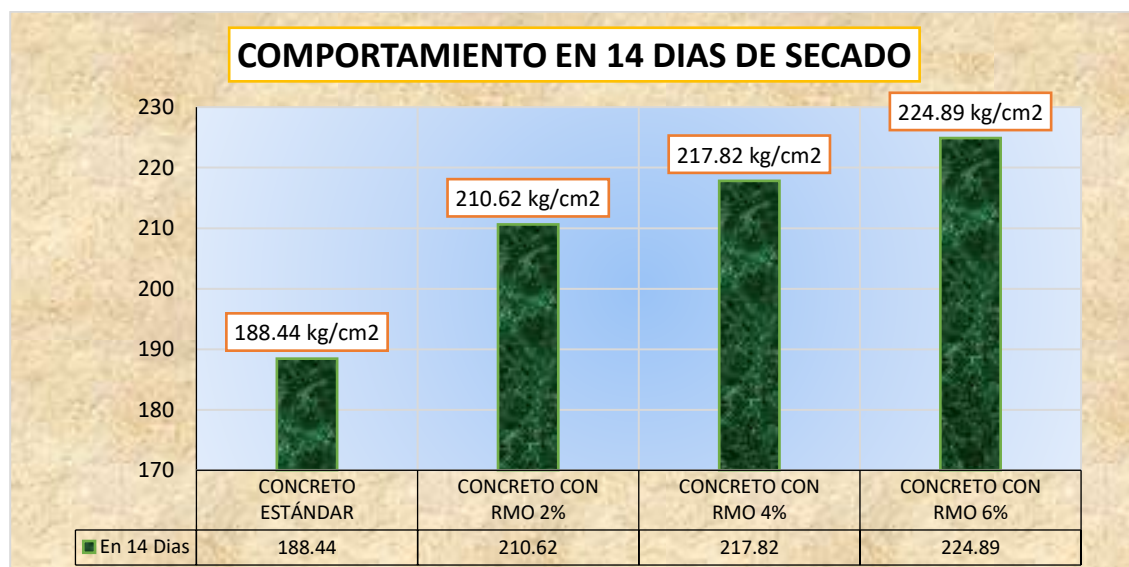
Resistencias alcanzadas, concreto + residuos metálicos de obras, en 14 días.

MUESTRA	RESISTENCIA EN 14 DIAS.
CONCRETO ESTÁNDAR	188.44 kg/cm ²
CONCRETO CON RMO 2%	210.62 kg/cm ²
CONCRETO CON RMO 4%	217.82 kg/cm ²
CONCRETO CON RMO 6%	224.89 kg/cm ²

La tabla 27 muestra que la resistencia del concreto, mejora a los 14 días al añadir residuos metálicos de obras (RMO). El concreto estándar tiene una resistencia de 188.44 kg/cm², mientras que con 2%, 4%, y 6% de RMO, la resistencia aumenta a 210.62, 217.82, y 224.89 kg/cm², respectivamente.

Figura 35

Comportamiento de la resistencia en 14 días.



La Figura 35 indica que la resistencia del concreto, mejora a los 14 días con la incorporación de residuos metálicos de obras (RMO). El concreto estándar alcanza 188.44 kg/cm², y con la adición de 2%, 4%, y 6% de RMO, las resistencias aumentan a 210.62, 217.82, y 224.89 kg/cm², respectivamente.

Tabla 29

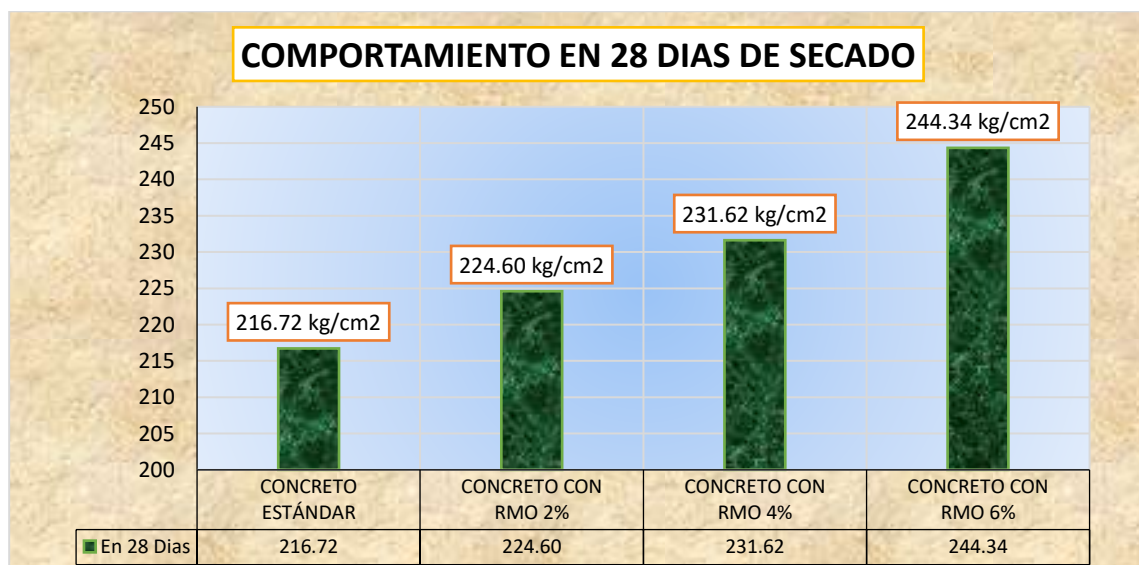
Resistencias alcanzadas, concreto + residuos metálicos de obras, en 28 días.

MUESTRA	RESISTENCIA EN 28 DIAS.
CONCRETO ESTÁNDAR	216.72 kg/cm ²
CONCRETO CON RMO 2%	224.60 kg/cm ²
CONCRETO CON RMO 4%	231.62 kg/cm ²
CONCRETO CON RMO 6%	244.34 kg/cm ²

La tabla 28 indica que la resistencia del concreto se incrementa a los 28 días con la adición de residuos metálicos de obras (RMO). El concreto estándar tiene una resistencia de 216.72 kg/cm², mientras que al agregar 2%, 4%, y 6% de RMO, las resistencias aumentan a 224.60, 231.62, y 244.34 kg/cm², respectivamente.

Figura 36

Comportamiento de la resistencia en 28 días.



La figura muestra que la resistencia del concreto aumenta con la adición de RMO. El concreto estándar tiene una resistencia de 216.72 kg/cm², mientras que con 6% de RMO alcanza 244.34 kg/cm².

Tabla 30

Comparativo General de las resistencias alcanzadas, con residuos metálicos de obras.

DESCRIPCIÓN	CONCRETO ESTÁNDAR	CONCRETO CON RMO 2%	CONCRETO CON RMO 4%	CONCRETO CON RMO 6%
7 días	169.08	194.69	204.81	209.34
14 días	188.44	210.62	217.82	224.89
28 días	216.72	224.60	231.62	244.67

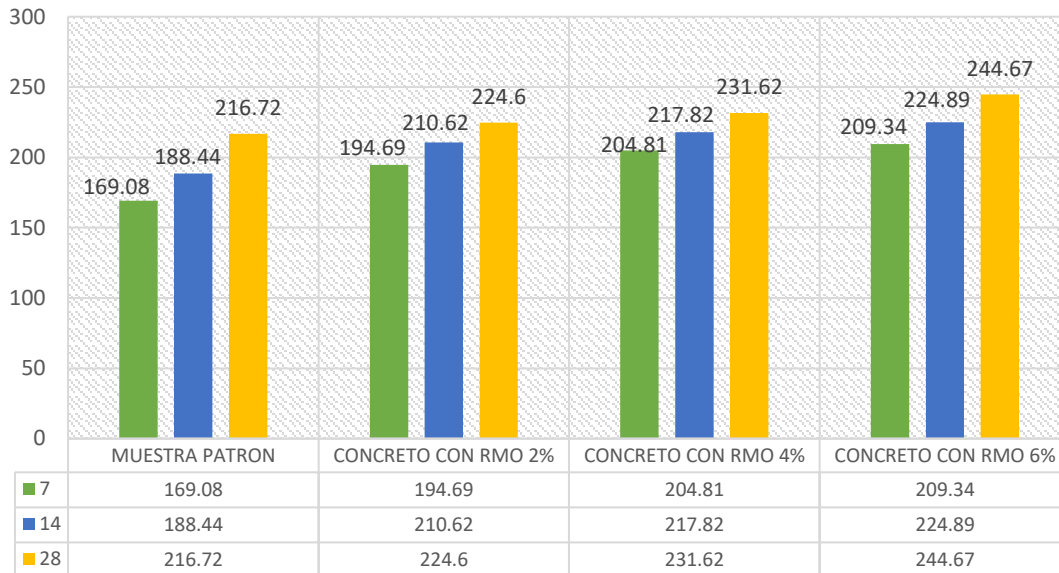
La Tabla 26 presenta un comparativo de las resistencias alcanzadas por diferentes tipos de concreto con residuos metálicos de obras (RMO) a lo largo de 7, 14 y 28 días. Los tipos de concreto evaluados incluyen el concreto estándar, el concreto con 2% de RMO, el concreto con 4% de RMO, y el concreto con 6% de RMO.

- A los 7 días, el concreto estándar alcanza una resistencia de 169.08, mientras que las resistencias del concreto con RMO aumentan progresivamente con el porcentaje de residuos metálicos: 194.69 para el 2%, 204.81 para el 4%, y 209.34 para el 6%.
- A los 14 días, se observa un incremento en las resistencias para todos los tipos de concreto: el concreto estándar alcanza 188.44, mientras que el concreto con 2%, 4% y 6% de RMO alcanzan 210.62, 217.82, y 224.89 respectivamente.
- A los 28 días, el concreto estándar presenta una resistencia de 216.72, y las resistencias para los concretos con RMO siguen aumentando con los porcentajes de residuos metálicos: 224.60 para el 2%, 231.62 para el 4%, y 244.67 para el 6%.

Figura 37

Comparativa de las resistencias en edades diferentes.

COMPARATIVA DE LAS RESISTENCIAS DEL CONCRETO



La Figura muestra las resistencias alcanzadas del concreto utilizando residuos metálicos de obras (RMO) en diferentes proporciones, revela importantes conclusiones sobre el comportamiento y la mejora de las propiedades del concreto:

Incremento de Resistencia con RMO:

- La adición de residuos metálicos (RMO) al concreto incrementa significativamente su esfuerzo a compresión en comparación al concreto estándar. Este efecto es observable en todas las edades probadas: 7, 14 y 28 días.

Efecto del Porcentaje de RMO:

- A medida que se incrementa el porcentaje de RMO, se observa una tendencia creciente en la resistencia del concreto. Esto indica una relación positiva entre el contenido de RMO y la resistencia final del concreto.
- A los 7 días, el concreto con 6% de RMO presenta una resistencia de 209.34 Kg/cm², que es un aumento del 23.83% en comparación al concreto estándar (169.08 Kg/cm²).



- A los 14 días, el concreto con 6% de RMO muestra una resistencia de 224.89 Kg/cm², que es un aumento del 19.32% respecto al concreto estándar (188.44 Kg/cm²).
- A los 28 días, el concreto con 6% de RMO tiene una resistencia de 244.67 Kg/cm², lo cual representa un incremento del 12.89% en comparación con el concreto estándar (216.72 Kg/cm²).

Desempeño a Largo Plazo:

- La tendencia de incremento en la resistencia con el tiempo es consistente. El concreto con residuos metálicos no solo mejora a corto plazo (7 días), sino que sigue mostrando mejor desempeño a mediano (14 días) y largo plazo (28 días).
- El concreto con 2% de RMO ya muestra una mejora considerable, pero el aumento es más pronunciado con porcentajes más altos (4% y 6%).

Optimización del Uso de RMO:

- Aunque todas las proporciones de RMO mejoran la resistencia, el porcentaje óptimo puede depender de factores adicionales como la economía, la disponibilidad de residuos metálicos y las especificaciones del proyecto.
- Es crucial balancear el contenido de RMO para no solo maximizar la resistencia sino también considerar otros aspectos como trabajabilidad y costo.

4.2 Discusión de resultados.

- Asentamiento

En el estudio presente, se llevó a cabo una evaluación del asentamiento del concreto con la incorporación de residuos metálicos de obra. Los resultados fueron los siguientes:

- La muestra de referencia, sin adición de residuos metálicos, mostró un asentamiento de 3 pulgadas.
- La muestra con una adición del 2% de residuos metálicos presentó un asentamiento de 2.7 pulgadas.



- La muestra con un 4% de residuos metálicos tuvo un asentamiento de 2.4 pulgadas.
- La muestra con un 6% de residuos metálicos alcanzó un asentamiento de 2.1 pulgadas.

Estos resultados indican que a medida que se incrementa la cantidad de residuos metálicos en el concreto, la trabajabilidad del mismo disminuye. La reducción en el asentamiento sugiere que el concreto se vuelve menos fluido y más difícil de manejar y colocar.

Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Bonet Maldonado (2022), quien investigó el efecto de la adición de residuos de acero al concreto en dosificaciones del 1%, 3% y 5%. En su estudio, Bonet Maldonado también observó una disminución en la trabajabilidad del concreto en porcentajes similares a los registrados en nuestro trabajo.

En el estudio de Bonet Maldonado, las dosificaciones de residuos de acero mostraron una tendencia a reducir el asentamiento del concreto. Específicamente, se observó que:

- Con una adición del 1% de residuos de acero, el asentamiento se redujo ligeramente en comparación con la muestra de referencia.
- Con una adición del 3% de residuos de acero, la disminución en el asentamiento fue más notable.
- Con una adición del 5% de residuos de acero, el asentamiento se redujo aún más, evidenciando una significativa pérdida de trabajabilidad.

La comparación entre los dos estudios pone de manifiesto una correlación consistente: el aumento en la proporción de residuos metálicos en la mezcla de concreto resulta en una disminución de la trabajabilidad, medida a través del asentamiento. Esta tendencia puede atribuirse a la naturaleza de los residuos metálicos, que, al incorporarse en la mezcla de concreto, modifican su comportamiento reológico.

En conclusión, tanto en la presente investigación como en el estudio de Bonet Maldonado, se demuestra que la adición de residuos metálicos, si bien puede incrementar



la resistencia a la compresión del concreto, afecta negativamente su trabajabilidad. Este efecto debe ser considerado en el diseño y la aplicación práctica del concreto con residuos metálicos, buscando un balance adecuado entre resistencia y manejabilidad para cumplir con los requerimientos específicos de cada proyecto constructivo.

- **Resistencia a la compresión**

Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión revelan un aumento progresivo en los días de secado. En el caso del concreto con la incorporación de residuos metálicos de obra, se observaron los siguientes resultados a los 28 días de secado:

- La muestra estándar alcanzó una resistencia de 216.72 kg/cm².
- Con el uso del 2% de residuos metálicos de obra, se logró una resistencia de 224.60 kg/cm².
- Con el 4%, la resistencia fue de 231.62 kg/cm².
- Con el 6%, se alcanzó una resistencia de 244.67 kg/cm².

Estos datos indican un incremento en la resistencia a medida que se emplea una mayor proporción de residuos metálicos de obra.

En línea con estos resultados, Bonet Maldonado (2022) diseñó un concreto para pavimento rígido con una resistencia de $f'c = 280$ kg/cm². En su investigación, obtuvo resultados similares a los mencionados anteriormente, mostrando un aumento en la resistencia a la compresión a medida que se incrementa la cantidad de residuos de acero añadidos al concreto.

Es importante destacar que, si bien los hallazgos de la presente investigación muestran una correlación positiva entre la cantidad de residuos metálicos de obra y la resistencia a la compresión, existen diferencias en los valores específicos obtenidos. Esto se debe a que la investigación se enfoca en el concreto convencional con una resistencia nominal de $f'c = 210$ kg/cm², en contraste con el diseño de concreto para pavimento rígido de Bonet Maldonado.



CONCLUSIONES

- C.1. Las cantidades requeridas de cemento, agua, agregado grueso y agregado fino para la fabricación de concreto según el diseño de mezclas son 1.00; 0.56; 2.75; 1.81, respectivamente. Los materiales provenientes de la cantera de Unocolla tienen características físicas favorables que los hacen adecuados para la elaboración de concreto.
- C.2. La incorporación de residuos metálicos de obra en el concreto tiene efectos adversos en el asentamiento, ya que reduce la trabajabilidad, lo que se refleja en un menor valor de asentamiento. Para la muestra estándar, el asentamiento es de 3 pulgadas, mientras que con proporciones de 2%, 4% y 6%, los asentamientos son de 2.7, 2.4 y 2.1 pulgadas, respectivamente.
- C.3. La resistencia del concreto se evaluó a los 28 días de secado, tanto sin adición como con diferentes porcentajes de residuos metálicos de obra. Los resultados mostraron que, sin adición, la resistencia fue de 216.72 kg/cm². Con la adición del 2% de residuos metálicos, la resistencia aumentó a 224.60 kg/cm², con el 4% alcanzó los 231.62 kg/cm², y con el 6% llegó a 244.67 kg/cm². Se observa que la adición del 6% proporcionó la mayor resistencia, lo que se considera óptimo.



RECOMENDACIONES

- R.1. Se recomienda trabajar con agregados artificiales y hacer el diseño para un concreto de alta resistencia, para que se le aplique en pavimento rígido, con el empleo de fibras de acero normados para tener una resistencia muy buena.
- R.2. Se sugiere limitar la inclusión de residuos metálicos procedentes de la obra a un máximo del 5% del volumen de concreto. Superar este límite provocaría una reducción de la trabajabilidad y una mayor probabilidad de agrietamiento del concreto.
- R.3. Se sugiere realizar nuevos experimentos o investigaciones utilizando diversos diseños de mezcla y cantidades variadas de residuos metálicos procedente de obras de construcción es crucial para analizar su correlación con el agua-cemento y otras características de los agregados, con el fin de evaluar con precisión su comportamiento.



REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Aznar , Caceres & Romero. (2018). *Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria*.
- Bonet Maldonado, V. (2022). *Propiedades físico-mecánicas del concreto en pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm² con adición de residuos metálicos de obra, Cusco 2022*. Cusco: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/94313>
- BORJA.S. (2012). *METODOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIERIA CIVIL*.
- Caggiano, A., Folino, P., Lima, C., Martinelli, E., & Pepe, M. (2017). On the mechanical response of Hybrid Fiber Reinforced Concrete with Recycled and Industrial Steel Fibers. *Construction and Building Materials*, 147, 286-295. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.160>
- Cegara, S. J. (2019). *Los métodos de investigación*. España.
- Chura Justo, E. S., & Quispe Mamani, A. C. (2022). *Influencia de la fibra de acero reciclado plastificado en las propiedades mecánicas y costos del concreto en pavimentos urbanos, Puno – 2021*. Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92095>
- Condori de la Peña, E. N., & Palomares Hurtado, V. M. (2018). *Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018*. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34375>
- Condori Yapu, J. I., & Roque Ramos, J. (2022). *Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto de $f'c=210$ kg/cm² - $f'c=245$ kg/cm² adicionando fibra de*



- aluminio reciclado, Puno-2022*. Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/95536>
- Frazão, C., Barros, J., Bogas, J. A., & García-Cortés, V. (2022). Technical and environmental potentialities of recycled steel fiber reinforced concrete for structural applications. *Journal of building Engineering*, 45. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103579>
- Hernandez & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).
- Juárez Victorio, D. A. (2021). *Evaluación de propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con la adición de clavos reciclados, Cusco 2021*. Cusco: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/67570>
- LOPEZ, E. (2000). *NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO*. LIMA: ANGEL GOMEZ.
- LOPEZ, E. (2005). *SUPERVICION DEL CONCRETO EN OBRA*. INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA.
- Luna, M. A., & Castillo, G. Y. (2018). *ALGUNAS CONSIDERACIONES TEÓRICAS SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ÁRIDO RECICLADO*. Cuba: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas", Cuba. Obtenido de <hdl.handle.net/20.500.11763/caribe1805produccion-arido-reciclado>
- Nicomedes. (2018). tipo de investigacion.
- Ñaupas Tenorio, D. J., & Sosa Soto, D. M. (2018). *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del Centro Médico San Conrado en Los Olivos, Lima - Perú*. Lima: Universidad San Martín de Porres. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/5288>



- Puneet, G., & Kumar, K. (2022). Sostenibilidad del uso de fibras de acero recicladas en el hormigón. *Revista de motor de construccion sostenible ingenieria y gestion de proyecto*, 1-8. doi:10.5281/zenodo.5938428
- Rafael Saavedra, B. A., & Reynal Benites, A. J. (2021). *Influencia de las fibras de acero reciclado y comercial sobre las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Trujillo 2020*. Trujillo: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/26571>
- RIVERA, G. (2002). *CONCRETO SIMPLE*. LIMA: LIMA.
- Solares, R. (2008). *EVALUACION Y ANALISIS DE MEZCLA DE CONCRETO, ELAVORADAS CON AGREGADOS DE ORIGEN PETREO (CANTO RODADO Y TRITURACION) Y ESCORIA DE ACERIA*. GUATEMALA: BIBLIOTECA USAC.
- TORRES, A. (2004). *Curso Basico de Tecnologia del Concreto Para Ingenieros Civiles*. LIMA: UNI.
- Ventura Abad, E. M., & Quispe Sondor, Y. (2023). *Diseño de concreto incorporando residuos metálicos de obra para incrementar la resistencia de $f'c=210$ kg/cm² – Piura, 2023*. Piura: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/130507>



ANEXOS



Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General: ¿Cuál es la variación de las propiedades del concreto convencional con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar la variación de las propiedades del concreto convencional con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024.</p>	<p>Hipótesis General: La variación de las propiedades del concreto convencional con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024, será positiva.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Concreto Convencional</p> <p>Dimensiones:</p> <p><i>Residuos metálicos de obra</i></p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional y con la aplicación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024?</p> <p>¿Cuál es la variación del asentamiento del concreto convencional fresco con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024?</p> <p>¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión del concreto convencional con la incorporación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Establecer las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional y con la aplicación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024.</p> <p>Determinar la variación del asentamiento del concreto convencional fresco con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024.</p> <p>Determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto convencional con la incorporación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional y con la aplicación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024, se dará de acuerdo a los lineamientos del método ACI 211.11.</p> <p>La variación del asentamiento del concreto convencional fresco con la adición de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024, será mínima.</p> <p>La variación de la resistencia a la compresión del concreto convencional con la incorporación de residuos metálicos de obra en el distrito de San Miguel, 2024, será positiva.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades del concreto.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Slump Resistencia a la compresión 	<p>Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.</p>

Anexo. Panel Fotográfico

Fotografía 1. Análisis granulométrico por tamizado



Fotografía 2. Muestreo de retenidos



Fotografía 3. Peso del contenido de humedad AG.



Fotografía 4. Peso del contenido de humedad AF.



Fotografía 5. Secado en el horno.



Fotografía 6. Ensayo del Picnometro.



Fotografía 7. Molde del CBR.



Fotografía 8. Peso Unitario Suelto



Fotografía 9. Peso Unitario



Fotografía 10. Peso Unitario Varillado



Fotografía 11. Peso Unitario Varillado



Fotografía 12. Limpiando los moldes



Fotografía 13. Vaciado de concreto en los moldes.



Fotografía 14. Medición de la briqueta.



Fotografía 15. Curado de concreto.



Fotografía 16. Curado de concreto.





PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA CCOSSI

CANTERA : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO
UNOCOLLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 17 DE ABRIL DEL 2024

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 482.61
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
N° 8	135.02	27.00	27.00	73.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1310.15
N° 16	115.21	23.04	50.05	49.95	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1618.36
N° 30	70.15	14.03	64.08	35.92	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	85.62	17.12	81.20	18.80	Wc+B =	1810
N° 100	52.47	10.49	91.69	8.31	Wc+B-W =	192
N° 200	22.74	4.55	96.24	3.76	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.61$ gr/cm ³
FONDO	18.79	3.76	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	500.00	100.00			B =	500.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.60$ %
MF = MÓDULO DE FINEZA						3.14

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 783.45
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	135	3.86	3.86	96.14	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1310.11
3/4"	834	18.11	21.97	78.03	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1792.35
1/2"	1173	33.51	55.49	44.51	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	879	25.11	80.60	19.40	Wc+B =	2110
N° 4	0	0.00	80.60	19.40	Wc+B-W =	318
N° 8	679	19.40	100.00	0.00	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.52$ gr/cm ³
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	3500.00	100.00			B =	800.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.11$ %
						16.55

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

BIE : B006-00296457



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA CCOSI

CANTERA : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO
 : UNOCOLLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 17 DE ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	363.85
P.T.M. SECA	356.21
P.TARRO	51.27
P AGUA	7.64
P.S.SECO	304.94
% HUMEDAD	2.51

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	392.56
P.T.M. SECA	384.32
P.TARRO	49.75
P AGUA	8.24
P.S.SECO	334.57
% HUMEDAD	2.46

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9510	5925	2077	1726
9515	5925	2077	1728
9520	5925	2077	1731
			1728

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12870	7935	3200	1542
12875	7935	3200	1544
12885	7935	3200	1547
			1544

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9765	5925	2077	1849
9775	5925	2077	1854
9780	5925	2077	1856
			1853

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
13300	7935	3200	1677
13315	7935	3200	1681
13295	7935	3200	1675
			1678

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
 M.S.C.A.
 JEFATURA
 Meto Aracelio Yana Torres



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



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

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA CCOSI

CANTERA : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO
 : UNOCOLLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 17 DE ABRIL DEL 2024

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

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

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

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

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.52	2.61
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1678	1853
P.U. Suelto	1544	1728
% de Absorción	2.11	3.60
% de Humedad Natural	2.46	2.51
Modulo de Fineza	-	3.14

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal **3/4" (19.05mm)**
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205 Lt/m3**
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.55**
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m3}) / (0.55) = 372 \text{ Kg/m3}$$

Mgty. Arnaldo Yana Torres
 QIP 103257



7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.14 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1678 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.596 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.596) \cdot (1678) = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (373) / (2.88 \cdot 1000) = 0.129 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (1000) / (2.54 \cdot 1000) = 0.394 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub total} &= 0.748 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.748) = 0.252 \text{ m}^3$$

$$(0.252) \cdot (2.61) \cdot 1000 = 657 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (1000) \cdot (1.024629) = 1024 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (657) \cdot (1.0251) = 673 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

$$205 \cdot 1000 \cdot \left(\frac{2.46 - 2.11}{100} \right) - 657 \left(\frac{2.51 - 3.60}{100} \right) = 209$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	373	1.00	373	1.00
Agua	205	0.55	209	0.56
Agreg. Grueso	1000	2.68	1024	2.75
Agreg. Fino	657	1.76	673	1.81
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.77 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	76.77 Kg.
Agregado grueso húmedo	116.82 Kg.
Agua efectiva	23.80 Kg.



INVESTIGACIÓN VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FICP - INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnoldo Yana Torres
CIP: 103257

BIE : B006-00296457



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:

Redondeo

- | | | | |
|--------|-----------------------|-----|-----------------------|
| - 1.57 | p3 de Arena | 1.6 | p3 de Arena |
| - 2.67 | p3 de Piedra Chancada | 2.7 | p3 de Piedra Chancada |
| - 24 | Lt de Agua | 24 | Lt de Agua |

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

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

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD NACIONAL CAJAMARCA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Anyelo Yana Torres
CIP 103257



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

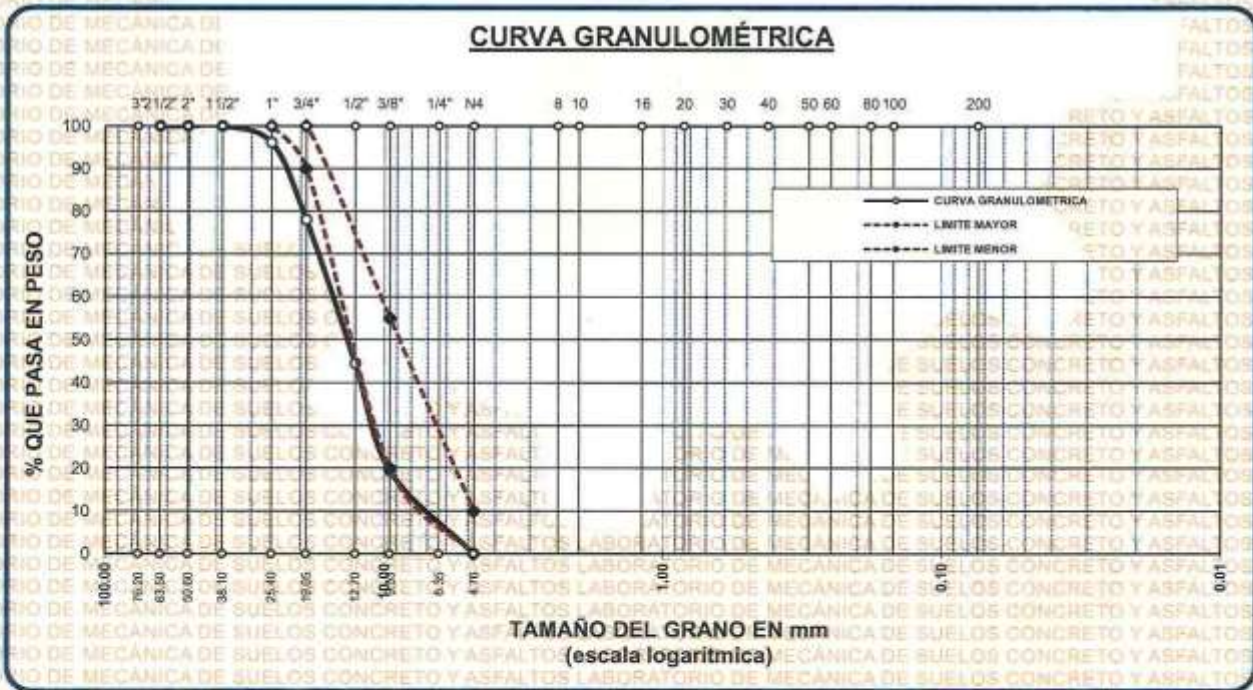
SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA CCOSI

CANTERA : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO

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

FECHA : 17 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	135.00	3.86	3.86	96.14	100 %	
3/4"	19.050	634.00	18.11	21.97	78.03	90 - 100 %	
1/2"	12.700	1173.00	33.51	55.49	44.51		
3/8"	9.525	879.00	25.11	80.60	19.40	20 - 55 %	
1/4"	6.350						
No4	4.760	679.00	19.40	100.00	0.00	0 - 10 %	
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 EPP - CARRANZA INGENIERÍA CIVIL
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 C.I.T. 103257

BIF : B006-00296457



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA CCOSI

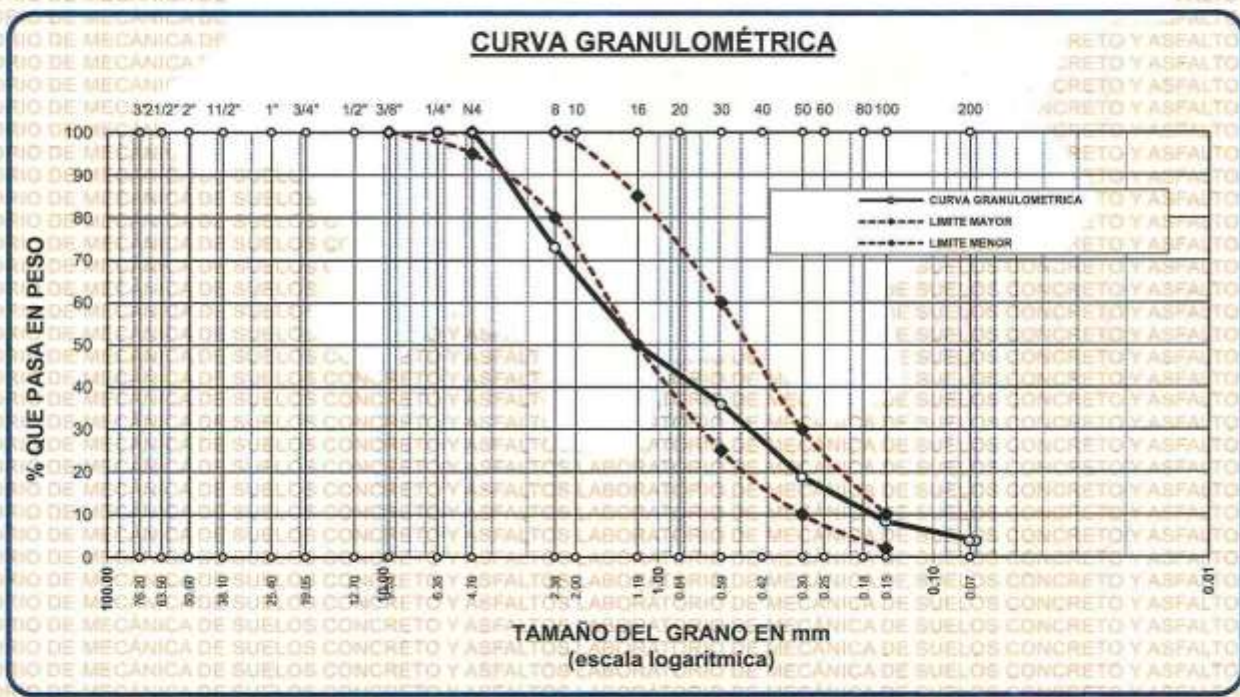
CANTERA : UNOCOLLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 17 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 3.14
No8	2.380	135.02	27.00	27.00	73.00		
No10	2.000						
No16	1.190	115.21	23.04	50.05	49.95	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	70.15	14.03	64.08	35.92	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	85.62	17.12	81.20	18.80	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	52.47	10.49	91.69	8.31	2-10%	
No200	0.074	22.74	4.55	96.24	3.76		
BASE		18.79	3.76	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		3.76					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL
 Mgty. Arnaldo Yana Torres
 C.I.F. 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA CCOSI

CANTERA : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO

LABORATORIO : UNOCOLLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 17 DE ABRIL DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5925 gr	5925 gr	5925 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9510.00 gr	9515.00 gr	9520.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3585.00 gr	3590.00 gr	3595.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.726 gr/cm ³	1.728 gr/cm ³	1.731 gr/cm ³
PROMEDIO	1.728 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5925 gr	5925 gr	5925 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9765.00 gr	9775.00 gr	9780.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3840.00 gr	3850.00 gr	3855.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.849 gr/cm ³	1.854 gr/cm ³	1.856 gr/cm ³
PROMEDIO	1.853 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 E.I.C.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 M^g. Arjaldo Yana Torres
 CIP. 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA CCOSI

CANTERA : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO

: UNOCOLLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 17 DE ABRIL DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	7935 gr	7935 gr	7935 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12870.00 gr	12875.00 gr	12885.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4935.00 gr	4940.00 gr	4950.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.542 gr/cm ³	1.544 gr/cm ³	1.547 gr/cm ³
PROMEDIO	1.544 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	7935 gr	7935 gr	7935 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13300.00 gr	13315.00 gr	13295.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5365.00 gr	5380.00 gr	5360.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.677 gr/cm ³	1.681 gr/cm ³	1.675 gr/cm ³
PROMEDIO	1.678 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

 Dr. Arnulfo Iano Torres
 CIP. 103257



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA CCOSI

CANtera : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO

: UNOCOLLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 17 DE ABRIL DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO

Nº DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	363.85
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	356.21
PESO DEL TARRO (gr.)	51.27
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	312.58
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	304.94
PESO DEL AGUA (gr.)	7.64
% HUMEDAD	2.51

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

Nº DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	392.56
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	384.32
PESO DEL TARRO (gr.)	49.75
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	342.81
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	334.57
PESO DEL AGUA (gr.)	8.24
% HUMEDAD	2.46

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Walter Armando Durán Torres
C.I. 193157



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA CCOSI

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

FECHA : ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO CONVENCIONAL

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	29851	14.98	176.24	169.37	210	22/08/2023	29/08/2023	7	80.65
2	BRIQUETA DE PRUEBA	29797	14.98	176.24	169.07	210	22/08/2023	29/08/2023	7	80.51
3	BRIQUETA DE PRUEBA	29824	15.01	176.95	168.54	210	22/08/2023	29/08/2023	7	80.26
4	BRIQUETA DE PRUEBA	29789	14.98	176.24	169.02	210	22/08/2023	29/08/2023	7	80.49
5	BRIQUETA DE PRUEBA	29854	14.98	176.24	169.39	210	22/08/2023	29/08/2023	7	80.66
Promedio De Esf. Rotura					169.08					80.51

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33302	14.98	176.24	188.95	210	22/08/2023	5/09/2023	14	89.98
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33267	14.98	176.24	188.76	210	22/08/2023	5/09/2023	14	89.88
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33254	15.01	176.95	187.93	210	22/08/2023	5/09/2023	14	89.49
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33234	15.01	176.95	187.82	210	22/08/2023	5/09/2023	14	89.44
5	BRIQUETA DE PRUEBA	33261	14.98	176.24	188.72	210	22/08/2023	5/09/2023	14	89.87
Promedio De Esf. Rotura					188.44					89.73

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	38420	15.01	176.95	217.12	210	22/08/2023	19/09/2023	28	103.99
2	BRIQUETA DE PRUEBA	38375	15.01	176.95	216.87	210	22/08/2023	19/09/2023	28	103.27
3	BRIQUETA DE PRUEBA	38163	14.98	176.24	216.54	210	22/08/2023	19/09/2023	28	103.11
4	BRIQUETA DE PRUEBA	38206	14.98	176.24	216.78	210	22/08/2023	19/09/2023	28	103.23
5	BRIQUETA DE PRUEBA	38271	15.01	176.95	216.28	210	22/08/2023	19/09/2023	28	102.99
Promedio De Esf. Rotura					216.72					103.20

BSERVACIONE:

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 Mtro. Arnaldo Lina Torres
 NIP 103257






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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA CCOSI

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

FECHA : ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON RESIDUOS METÁLICOS DE OBRAS 2%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	32568	15.01	176.95	184.05	210	22/08/2023	29/08/2023	7	87.64	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	32612	14.98	176.24	185.04	210	22/08/2023	29/08/2023	7	88.11	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	32594	14.98	176.24	184.94	210	22/08/2023	29/08/2023	7	88.07	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32627	14.98	176.24	185.12	210	22/08/2023	29/08/2023	7	86.15	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	32609	15.01	176.95	184.28	210	22/08/2023	29/08/2023	7	87.75	
Promedio De Esf. Rotura					184.69						87.95

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37228	15.01	176.95	210.39	210	22/08/2023	5/09/2023	14	100.18	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	37206	15.01	176.95	210.26	210	22/08/2023	5/09/2023	14	100.13	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	37216	14.98	176.24	211.16	210	22/08/2023	5/09/2023	14	100.55	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	37185	14.98	176.24	210.99	210	22/08/2023	5/09/2023	14	100.47	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	37213	15.01	176.95	210.30	210	22/08/2023	5/09/2023	14	100.14	
Promedio De Esf. Rotura					210.62						100.30

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	39697	15.01	176.95	224.34	210	22/08/2023	19/09/2023	28	106.83	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	39534	14.98	176.24	224.31	210	22/08/2023	19/09/2023	28	106.82	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	39659	14.98	176.24	225.02	210	22/08/2023	19/09/2023	28	107.15	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39681	14.98	176.24	225.04	210	22/08/2023	19/09/2023	28	107.16	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	39688	15.01	176.95	224.29	210	22/08/2023	19/09/2023	28	106.80	
Promedio De Esf. Rotura					224.60						106.95

OBSERVACIONES

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 MSc. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA CCOSI
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA : ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON RESIDUOS METALICOS DE OBRAS 4%

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	BRIQUETA DE PRUEBA	36205	15.01	176.95	204.61	210	22/08/2023	29/08/2023	7	97.43
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36195	14.98	176.24	205.37	210	22/08/2023	29/08/2023	7	97.79
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36089	14.98	176.24	204.77	210	22/08/2023	29/08/2023	7	97.51
4	BRIQUETA DE PRUEBA	36157	14.98	176.24	205.15	210	22/08/2023	29/08/2023	7	97.69
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36127	15.01	176.95	204.16	210	22/08/2023	29/08/2023	7	97.22
Promedio De Esf. Rotura					204.81					97.53

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	BRIQUETA DE PRUEBA	38445	14.98	176.24	218.14	210	22/08/2023	5/09/2023	14	103.87
2	BRIQUETA DE PRUEBA	38398	14.98	176.24	217.87	210	22/08/2023	5/09/2023	14	103.75
3	BRIQUETA DE PRUEBA	38420	15.01	176.95	217.12	210	22/08/2023	5/09/2023	14	103.39
4	BRIQUETA DE PRUEBA	38434	14.98	176.24	218.07	210	22/08/2023	5/09/2023	14	103.84
5	BRIQUETA DE PRUEBA	38405	14.98	176.24	217.91	210	22/08/2023	5/09/2023	14	103.77
Promedio De Esf. Rotura					217.82					103.72

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	BRIQUETA DE PRUEBA	40925	15.01	176.95	231.28	210	22/08/2023	19/09/2023	28	110.13
2	BRIQUETA DE PRUEBA	40915	15.01	176.95	231.22	210	22/08/2023	19/09/2023	28	110.11
3	BRIQUETA DE PRUEBA	40931	14.98	176.24	232.24	210	22/08/2023	19/09/2023	28	110.59
4	BRIQUETA DE PRUEBA	40902	14.98	176.24	232.08	210	22/08/2023	19/09/2023	28	110.51
5	BRIQUETA DE PRUEBA	40927	15.01	176.95	231.29	210	22/08/2023	19/09/2023	28	110.14
Promedio De Esf. Rotura					231.62					110.30

OBSERVACIONE

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL
 Mtro. Arnaldo Yana Torres
 CIP-103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024
SOLICITANTE : BACHILLER WILMER PACOMPIA COSI
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : ABRIL DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON RESIDUOS METALICOS DE OBRAS 6%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	36935	15.01	176.95	208.73	210	22/08/2023	25/09/2022	7	99.40
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36925	14.98	176.24	209.51	210	22/08/2023	25/09/2022	7	99.77
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36975	14.98	176.24	209.79	210	22/08/2023	25/09/2022	7	99.90
4	BRIQUETA DE PRUEBA	36987	15.01	176.95	209.02	210	22/08/2023	25/09/2022	7	99.54
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36945	14.98	176.24	209.62	210	22/08/2023	25/09/2022	7	99.82
Promedio De Esf. Rotura					209.34					99.68

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	39708	14.98	176.24	225.30	210	22/08/2023	5/09/2023	14	107.29
2	BRIQUETA DE PRUEBA	39675	14.98	176.24	225.11	210	22/08/2023	5/09/2023	14	107.20
3	BRIQUETA DE PRUEBA	39698	15.01	176.95	224.35	210	22/08/2023	5/09/2023	14	106.83
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39710	15.01	176.95	224.41	210	22/08/2023	5/09/2023	14	106.86
5	BRIQUETA DE PRUEBA	39703	14.98	176.24	225.27	210	22/08/2023	5/09/2023	14	107.27
Promedio De Esf. Rotura					224.89					107.09

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	43225	14.98	176.24	245.26	210	22/08/2023	19/09/2023	28	116.79
2	BRIQUETA DE PRUEBA	43216	14.98	176.24	245.21	210	22/08/2023	19/09/2023	28	116.76
3	BRIQUETA DE PRUEBA	43209	15.02	177.19	243.86	210	22/08/2023	19/09/2023	28	116.12
4	BRIQUETA DE PRUEBA	43199	14.98	176.24	245.11	210	22/08/2023	19/09/2023	28	116.72
5	BRIQUETA DE PRUEBA	43160	15.01	176.95	243.91	210	22/08/2023	19/09/2023	28	116.15
Promedio De Esf. Rotura					244.67					116.51

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

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL
Mr. Arnaldo Yana Torres
CIP-103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 20-08-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: WILMER PACOMPIA CCOSI

Dirección: Jr. VICTOR ECHAVE 186 BR. PORTEÑO

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 43800599

Teléfono: 976 767 693 email: wilmerpacompiaccosi@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. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN
DE RESIDUOS METÁLICOS DE OBRA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO, ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A COMPRESIÓN, RESIDUOS
METÁLICOS DE OBRA

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller 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 comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

20-08-2024

Fecha