



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



**INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO
PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA
DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI

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
INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO
PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA
DE SAN ROMÁN

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. LEONEL SJJASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:



Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:



Dr. EIRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 475-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 14 de octubre de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 103-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°035-2024 de fecha 21 de marzo de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

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

* Presidente	:	Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
* 1er Miembro	:	Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
* 2do Miembro	:	Dr. ARNALDO YANA TORRES
* Asesor	:	Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

* FECHA	:	miércoles 16 de octubre de 2024
* HORA	:	08:00
* LUGAR	:	Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS



Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADEMICO
CIP. 95331

E.e.
Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



RESOLUCIÓN DECANAL N° 035-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de marzo de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 016-2024-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 003-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 277-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **22 de mayo de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **27 de diciembre de 2023** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

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

- * **Presidente** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 406-2023, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

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

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

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

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

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese,



UNIVERSIDAD ANDAHUAYLAS "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDAHUAYLAS "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADEMICO
O.P. 25631

cc:
archivo 2024
interesado (s)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 827 - 2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 28 de agosto de 2023

VISTOS.-

El, **Expediente N° 2023-07626** presentando por el (la) bachiller, **EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quien solicita rectificación de **RESOLUCIÓN DECANAL N°277-2023-D-FICP-UANCV** del título del **Proyecto de Investigación**, del tema titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2, EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

CONSIDERANDO:

Que, en la **RESOLUCIÓN DECANAL N°277-2023-D-FICP-UANCV**, el título del **Proyecto de Investigación** ha sido aprobado de la siguiente manera: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2, EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

Que, conforme a la **RESOLUCION N° 0296-2023-CU-R**, donde indica en la parte resolutive en vía de regularización y de forma excepcional, el trámite de grados y títulos con observaciones de aspectos formales para la presentación de trabajos de investigación como: "comillas, abreviaturas y siglas", de expedientes sustentados solo hasta el 28 de abril del 2023, por los egresados y bachilleres de pre y posgrado de la Universidad "Andina Néstor Cáceres Velásquez" de JULIACA;

Que, según disposición de la Oficina de Investigación, perteneciente al Vicerrectorado de Investigación de la UANCV; de acuerdo al Reglamento Institucional y reglas de redacción gramatical: los títulos de investigación o tesis; no deberán contener ni llevar **ABREVIATURA, SIGLAS, COMILLAS NI PUNTO AL FINAL DEL TÍTULO**; y;

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

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR, la **MODIFICACIÓN** del título del **Proyecto de Investigación** presentado por el (la) bachiller: **EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI**, debiendo considerarse a partir de la fecha con el título siguiente: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**
- * **Asesor (a)** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**

ARTICULO SEGUNDO. - Disponer a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, trabajo de investigación (tesis) o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando válido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO CUARTO. - La Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese



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

[Firma]
Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

[Firma]
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

cc:
archivo 2023
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 277-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 12 de mayo 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 127-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 031-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 029-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **08 de mayo de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2, EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2, EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

- * **Presidente** : **Mgr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Mgr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2, EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, y;

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2, EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

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

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

cc.
archivo 2023
interesado (a)



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

Mgr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 96531



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

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Edson Alfredo Quispe Mamani
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	42834809
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-3348-8582
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	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	41414676
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción- P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/PAEvstH2rCu8SneP6</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2023 - Octubre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS
 DIRECTOR
 Dr. Efraín Guillot Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI, identificado con DNI
Nro. 42834809, 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:

INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN
ROMÁN

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 _____ de _____ del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Este trabajo es el resultado de esfuerzo, dedicación y el amor incondicional de muchas personas. Quiero expresar mi más profunda gratitud a aquellos que me han acompañado en este viaje, brindándome su sabiduría, su tiempo y su cariño.



GRADECIMIENTO

A mis profesores y mentores, cuya guía, orientación y sabiduría han sido esenciales para el desarrollo de este proyecto. Su dedicación y experiencia me han brindado los conocimientos y herramientas necesarias para llevar a cabo esta investigación.



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 LA INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la 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 Económica.....	4
1.4.3.	Justificación Social.....	4
1.4.4.	Justificación Ambiental.	5
1.5	Hipótesis de la Investigación.	5
1.5.1.	Hipótesis General.	5
1.5.2.	Hipótesis Específicas.	5
1.6	Variables E Indicadores.....	6
1.6.1.	Variable independiente.	6
1.6.2.	Variable Dependiente.	6
1.7	Operacionalización de Variables.....	6



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación.....	7
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	7
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	13
2.1.3.	Antecedentes regionales.....	20
2.2	Bases Teóricas.....	23
2.2.1.	Escoria de acero.....	23
2.2.1.1	Uso de escorias de acero.....	25
2.2.1.2	Cumplimientos de las especificaciones.....	26
2.2.1.3	Propiedades de la escoria de acero.....	27
2.2.1.4	Clasificación de escoria de acero.....	29
2.2.2	Grafeno.....	31
2.2.3	Concreto.....	36
2.2.3.1	Los agregados.....	42
2.3	Marco Conceptual.....	48
2.3.1	Concreto.....	48
2.3.2	Pasta.....	48
2.3.3	Cemento.....	48
2.3.4	Escoria de acero.....	48
2.3.5	Grafeno.....	48
2.3.6	Agregado.....	49
2.3.7	Granulometría.....	49
2.3.8	Peso unitario de los agregados.....	49
2.3.9	Diseño de mezclas.....	49
2.3.10	Dosificación.....	49
2.3.11	Resistencia a la compresión.....	49

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación.....	50
3.2	Método de la investigación.....	50
3.3	Nivel y tipo de la investigación.....	51



3.3.1 Nivel de la investigación.....	51
3.3.2 Tipo de la investigación.....	51
3.4 Población y muestra	52
3.4.1. Población.....	52
3.4.2. Muestra.....	52
3.5 Técnicas e instrumentos de investigación para la recolección de datos.....	52
3.5.1. Técnicas.....	52
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos investigación	54
3.6 Plan de recolección y procesamiento de datos	56
3.7 Procesamiento y Análisis de Datos.....	67

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación y análisis de resultados	68
4.1.1. Dosificación de elementos según diseño de mezclas	68
4.1.2. Resultado sobre la resistencia a la compresión, con empleo de escorias de acerías.....	70
4.1.3. Resultados sobre la resistencia a la compresión del concreto con empleo de grafeno.....	79
4.2. Discusión de resultados.....	87
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS.....	93
ANEXOS	99



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipos de cemento.....	38
Tabla 2	Contenido de Humedad AF.....	61
Tabla 3	Contenido de Humedad AG.....	62
Tabla 4	P.U.S. del agregado fino.....	62
Tabla 5	P.U.S. del agregado grueso.....	63
Tabla 6	P.U.C. del agregado fino.....	64
Tabla 7	P.U.C. del agregado grueso.....	64
Tabla 8	Análisis granulométrico del AG.....	65
Tabla 9	Análisis Granulométrico del AF.....	65
Tabla 10	Características de los agregados.....	68
Tabla 11	Dosificación según diseño de mezclas.....	69
Tabla 12	Dosificación de los elementos empleados.....	69
Tabla 13	Resistencia del concreto, muestra patrón después de 7 días.....	70
Tabla 14	Resistencia del concreto, muestra patrón después de 14 días.....	71
Tabla 15	Resistencia del concreto, muestra patrón después de 28 días.....	72
Tabla 16	Resistencia del concreto + 0.5 de escorias de acerías después de 7 días.....	73
Tabla 17	Resistencia del concreto + 0.5 de escorias de acerías después de 14 días.....	74
Tabla 18	Resistencia del concreto + 0.5 de escorias de acerías después de 28 días.....	75
Tabla 19	Resistencia del concreto + 1.0 de escorias de acerías después de 7 días.....	76
Tabla 20	Resistencia del concreto + 1.0% de escorias de acerías después de 14 días.....	77
Tabla 21	Resistencia del concreto + 1.0% de escorias de acerías después de 28 días.....	78
Tabla 22	Resistencia del concreto + 1.0 de Grafeno después de 7 días.....	79
Tabla 23	Resistencia del concreto + 1.0% de Grafeno después de 14 días.....	80
Tabla 24	Resistencia del concreto + 1.0% de Grafeno después de 28 días.....	81
Tabla 25	Resistencia del concreto + 3% de Grafeno después de 7 días.....	82
Tabla 26	Resistencia del concreto + 3% de Grafeno después de 14 días.....	83
Tabla 27	Resistencia del concreto + 3% de Grafeno después de 28 días.....	84
Tabla 28	Comparativa de las resistencias logradas del concreto + Escorias de acerías.....	85
Tabla 29	Comparativa de las resistencias logradas del concreto + Grafeno.....	86



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cuadro de operacionalización de variables..... 6

Figura 2 Horno de oxígeno básico 30

Figura 3 Horno de arco eléctrico 30

Figura 4 La estructura de grafeno en lámina..... 32

Figura 5 Estructura de la red de grafeno..... 34

Figura 6 Grafeno en polvo 35

Figura 7 La estructura del grafeno 36

Figura 8 Ubicación Cantera isla 59

Figura 9 Cuarteo del material..... 59

Figura 10 Resistencia a la compresión 67

Figura 11 Resistencia alcanzada durante 7 días, de secado muestra patrón..... 70

Figura 12 Resistencia alcanzada durante 14 días, de secado muestra patrón..... 71

Figura 13 Resistencia lograda durante 28 días, de secado muestra patrón. 72

Figura 14 Resistencia lograda durante 7 días, de secado concreto + 0.5 de escorias de acerías..... 73

Figura 15 Resistencia lograda durante 14 días, de secado concreto + 0.5 de escorias de acerías..... 74

Figura 16 Resistencia lograda durante 28 días, de secado concreto + 0.5% de escorias de acerías..... 75

Figura 17 Resistencia lograda durante 7 días, de secado concreto + 1.0 de escorias de acerías..... 76

Figura 18 Resistencia lograda durante 14 días, de secado concreto + 1.0% de escorias de acerías..... 77

Figura 19 Resistencia lograda durante 28 días, de secado concreto + 1.0 de escorias de acerías..... 78

Figura 20 Resistencia lograda durante 7 días, de secado concreto + 1.0 de Grafeno..... 79

Figura 21 Resistencia lograda durante 14 días, de secado concreto + 1.0% de Grafeno. 80

Figura 22 Resistencia lograda durante 28 días, de secado concreto + 1.0% de Grafeno. 81

Figura 23 Resistencia lograda durante 7 días, de secado concreto + 3% de Grafeno. ... 82



Figura 24 Resistencia lograda durante 14 días, de secado concreto + 3% de Grafeno. .	83
Figura 25 Resistencia lograda durante 28 días, de secado concreto + 3% de Grafeno. .	84
Figura 26 Comportamiento de resistencias del concreto.....	85
Figura 27 Comportamiento de la resistencia del concreto.....	87



RESUMEN

La tesis titulada "**Incorporación de escorias de acería y grafeno para mejorar las propiedades mecánicas de un concreto en la provincia de San Román**". El objetivo de este estudio fue optimizar las propiedades mecánicas del concreto mediante la incorporación de subproductos industriales y nanomateriales, contribuyendo así a la sostenibilidad en el sector de la construcción. Se implementó un diseño experimental en el cual se prepararon diversas muestras, incorporando proporciones específicas de escorias de acerías (0.5% y 1%) y grafeno (1% y 3%). Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión en cada mezcla a los 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados evidenciaron que la adición de escorias de acerías y grafeno incrementa de manera significativa la resistencia a la compresión del concreto. Las muestras con un 1% de escorias de acerías y 1% de grafeno presentaron los mayores incrementos, superando a las muestras de control en todas las etapas de curado. Este efecto se atribuye a las propiedades físico-químicas de estos materiales, que mejoran la durabilidad y resistencia estructural del concreto. Además de mejorar el rendimiento mecánico, el uso de escorias de acerías y grafeno promueve prácticas de construcción sostenibles, ya que la reutilización de subproductos industriales como las escorias disminuye el impacto ambiental y fomenta el uso de materiales reciclados en el sector. Este estudio sugiere que la incorporación de estos materiales en el concreto no solo mejora la calidad y durabilidad de las estructuras, sino que también representa un avance hacia métodos de construcción más sostenibles.

Palabras clave: Concreto, escorias de acerías, grafeno, resistencia a la compresión, sostenibilidad, construcción.



ABSTRACT

The thesis entitled **“Incorporation of steel slag and graphene to improve the mechanical properties of concrete in the province of San Román”**. The objective of this study was to optimize the mechanical properties of concrete by incorporating industrial by-products and nanomaterials, thus contributing to sustainability in the construction sector. An experimental design was implemented in which various samples were prepared, incorporating specific proportions of steel slag (0.5% and 1%) and graphene (1% and 3%). Compressive strength tests were performed on each mixture at 7, 14 and 28 days of curing. The results showed that the addition of steel slag and graphene significantly increases the compressive strength of concrete. Samples with 1% steel slag and 1% graphene showed the greatest increases, outperforming control samples at all stages of curing. This effect is attributed to the physical-chemical properties of these materials, which improve the durability and structural strength of concrete. In addition to improving mechanical performance, the use of steel slag and graphene promotes sustainable construction practices, since the reuse of industrial by-products such as slag reduces environmental impact and encourages the use of recycled materials in the sector. This study suggests that the incorporation of these materials in concrete not only improves the quality and durability of structures, but also represents a step towards more sustainable construction methods.

Keywords: Concrete, steel slag, graphene, compressive strength, sustainability, construction.



INTRODUCCIÓN

El hormigón ha superado a todos los demás materiales de construcción en términos de uso global gracias a su adaptabilidad, longevidad y resistencia mecánica. Sin embargo, la búsqueda de sustitutos que mejoren sus cualidades mecánicas y reduzcan su huella de carbono ha estado motivada por las preocupaciones sobre su efecto ambiental, que es resultado tanto del uso extensivo del cemento como de la extracción de agregados. Los investigadores y expertos de la industria en el sector de la construcción están particularmente interesados en el uso de materiales novedosos como el grafeno y la escoria de acero en este contexto. Debido a que permite la reutilización de desechos industriales, disminuye el consumo de cemento y mejora propiedades específicas del hormigón como la resistencia a la compresión y la durabilidad, la escoria de acero, un subproducto industrial de la producción de acero, ha demostrado ser tremendamente prometedora como material adicional en la producción de hormigón. El grafeno, por otro lado, es un refuerzo fantástico en los compuestos cementicios; mejora la conductividad eléctrica y térmica del hormigón y tiene una estructura que lo convierte en uno de los materiales más innovadores de la última década. Existe una necesidad apremiante de desarrollar y producir concreto con un desempeño mecánico mejorado para aplicaciones estructurales en la provincia de San Román, en la región de Puno, debido a la alta calidad de los materiales de construcción ya disponibles. Existe una oportunidad de optimizar el desempeño y la sustentabilidad mediante el reciclaje de subproductos industriales a través del estudio de la combinación de escoria de acero y grafeno en el concreto en esta área. El objetivo general de este estudio es determinar si la adición de escoria de acero y grafeno al concreto ordinario con una cierta composición de material ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) mejora las cualidades mecánicas del material, particularmente su resistencia a la compresión. También apunta a encontrar las mejores proporciones de estos componentes en el diseño de la mezcla, considerando las



circunstancias únicas de la provincia de San Román. Los hallazgos de esta investigación ayudarán en la creación de alternativas respetuosas con el medio ambiente para el sector de la construcción y pueden allanar el camino para su uso en futuras iniciativas regionales y locales.

La investigación se basa en 4 capítulos.

Capítulo I: A partir de la descripción del escenario problemático, se realiza el análisis de la investigación. A partir de esto, se muestra la formulación del problema junto con los objetivos y la justificación evaluados desde los ángulos técnico.

Capítulo II: Comprende el Marco Teórico, que combina las ideas teóricas que guían la investigación con los antecedentes de estudios anteriores. También se incluye el marco conceptual, que ofrece las definiciones necesarias para comprender los principales términos del estudio.

Capítulo III: En el ámbito de la investigación sobre los efectos de los aceleradores de fraguado en las características mecánicas del hormigón, esta parte ofrece la metodología de investigación, aclarando así los experimentos realizados para alcanzar los objetivos especificados.

Capítulo IV: El Análisis y Discusión de Resultados, los datos adquiridos se comparan con los objetivos establecidos. Los estudios de laboratorio confirman estos hallazgos, por lo que se presenta una comparación de los mismos. Por último se presentan las Conclusiones, Sugerencias, Referencias Bibliográficas y Anexos.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

La industria de la construcción en la provincia de San Román enfrenta desafíos significativos en cuanto a la calidad y sostenibilidad de los materiales utilizados en la producción de concreto. El concreto convencional, aunque es materia de construcción más utilizado, presenta limitaciones en términos de su resistencia mecánica y durabilidad, lo que ha llevado a la necesidad de investigar y aplicar nuevos enfoques para mejorar sus propiedades. Además, la extracción intensiva de agregados naturales y el alto consumo de cemento portland generan un impacto ambiental considerable, contribuyendo a la degradación de los ecosistemas locales y al aumento de las emisiones de CO₂. Por otro lado, el sector industrial, particularmente las acerías, produce grandes volúmenes de residuos, como las escorias, que a menudo no son reutilizados adecuadamente. Este subproducto, cuando no es gestionado de manera eficiente, se acumula en los vertederos, generando problemas de contaminación del suelo y del agua. La provincia de San Román no es ajena a este problema, ya que muchas acerías en la región no cuentan con sistemas eficientes de reciclaje de sus subproductos, lo que agrava el impacto ambiental de la industria. La incorporación de escorias de acerías



como material suplementario en el concreto representa una oportunidad para disminuir el uso de cemento, mejorar las cualidades mecánicas del concreto y, al mismo tiempo, mitigar el problema de los residuos industriales. Este enfoque se alinea con las tendencias globales hacia la economía circular, promoviendo el uso eficiente de los recursos y la reducción de desechos. Adicionalmente, el grafeno, un material con propiedades excepcionales en cuanto a resistencia y conductividad, ha demostrado en estudios recientes su capacidad para mejorar significativamente las cualidades mecánicas del concreto, aumentando su resistencia y durabilidad. A pesar de sus beneficios, el uso de grafeno en ámbito de la construcción es aún limitado, especialmente en regiones como la provincia de San Román, debido a su alto costo y falta de investigaciones aplicadas localmente que puedan justificar su uso en aplicaciones de gran escala. Este análisis de la situación problemática justifica la relevancia del estudio al identificar tanto los desafíos en la calidad del concreto en la provincia como las oportunidades que presentan los nuevos materiales para enfrentar estos problemas de manera sostenible. Asimismo, subraya la importancia de la investigación para mejorar las prácticas de construcción locales y avanzar en la implementación de soluciones más eficientes y amigables con el medio ambiente.

1.2 Planteamiento del Problema.

1.2.1. Problema General.

¿Cuál será el efecto de incorporación de escorias de acería y grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la Provincia de San Román?

1.2.2. Problemas Específicos.

- a. ¿Cuáles son las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, agregados procedentes de la cantera Isla, de la Provincia de San Román?



- b. ¿Cómo influye las escorias de acería en 0.5% y 1.0%, sobre la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ kg/cm², en la Provincia de San Román?
- c. ¿Cómo influye el grafeno en 1% y 3% sobre la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ kg/cm², en la Provincia de San Román?

1.3 Objetivos de la Investigación.

1.3.1. *Objetivo General.*

Determinar el efecto de incorporación de escorias de acería y grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=210$ kg/cm², en la Provincia de San Román.

1.3.2. *Objetivos Específicos.*

- a. Determinar las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto de $f'c=210$ kg/cm², agregados procedentes de la cantera Isla, de la Provincia de San Román.
- b. Determinar la influencia de las escorias de acería en 0.5% y 1.0%, sobre la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ kg/cm², en la Provincia de San Román.
- c. Determinar la influencia del grafeno en 1% y 3% sobre la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ kg/cm², en la Provincia de San Román.

1.4 Justificación de la Investigación.

1.4.1. *Justificación Técnica.*

El concreto, siendo el material más utilizado en la edificación de infraestructuras, presenta limitaciones en cuanto a su resistencia y durabilidad. La incorporación de escorias de acería y grafeno en el diseño de mezcla ofrece una solución innovadora para ayudar la resistencia del concreto. Además, la investigación se apoya en la posibilidad de



aprovechar subproductos industriales como las escorias, optimizando el rendimiento del material, y en el uso de grafeno, un material con propiedades extraordinarias para reforzar las estructuras a nivel nanométrico. Esta combinación no solo mejorará la calidad del concreto, sino que también podría reducir el deterioro y la necesidad de mantenimiento a largo plazo en las estructuras.

1.4.2. Justificación Económica.

El estudio es relevante debido a la posibilidad de reducir los costos en la construcción mediante el uso de subproductos industriales, como las escorias de acería, que en muchos casos no tienen un uso productivo, acumulándose como residuos. La reutilización de estas escorias disminuiría la necesidad de adquirir materias primas adicionales, lo que resultaría en un ahorro significativo en los costos de producción del concreto. Además, la mejora en la durabilidad del concreto resultante reducirá los costos de mantenimiento y reparación de las infraestructuras a largo plazo, lo que representaría un beneficio económico tanto para los constructores como para las entidades que gestionan estas obras.

1.4.3. Justificación Social.

En términos sociales, la investigación ofrece beneficios importantes al promover prácticas sostenibles en la construcción, como el reciclaje de residuos industriales. La reducción de la acumulación de escorias de acería y el uso de materiales innovadores como el grafeno contribuyen a mitigar los problemas ambientales asociados con la gestión de residuos y la extracción de recursos naturales. Esto no solo mejora las condiciones ambientales de la región de San Román, sino que también fomenta una mayor conciencia sobre la sostenibilidad en ámbito de la construcción. Además, un concreto más resistente y durable puede mejorar la seguridad y calidad de vida de las personas que habitan o utilizan las infraestructuras construidas con este material, al reducir riesgos y garantizar estructuras más fiables a largo plazo.



1.4.4. Justificación Ambiental.

Ambientalmente al promover el uso de escorias de acería, un subproducto industrial, lo que reduce la acumulación de residuos y la contaminación. Al disminuir la cantidad de cemento utilizado en el concreto, se contribuye a disminución de emisiones de CO₂, minimizando la huella de carbono de la construcción. Además, el aumento en la durabilidad del concreto reduce la necesidad de reparaciones frecuentes, ahorrando recursos naturales. El uso de grafeno, aunque en menor proporción, impulsa la sostenibilidad de las estructuras, favoreciendo una construcción más responsable con el ecosistema.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1. Hipótesis General.

La incorporación de escorias de acería y grafeno en proporciones específicas mejorara las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=210$ kg/cm² en la Provincia de San Román.

1.5.2. Hipótesis Específicas.

- a. Las proporciones óptimas de los elementos en el diseño de mezcla, utilizando agregados de la cantera Isla, permitirá alcanzar una resistencia adecuada para el concreto de $f'c=210$ kg/cm² en la Provincia de San Román.
- b. La incorporación de escorias de acería en proporciones del 0.5% y 1.0% incrementara significativamente la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ kg/cm² en la Provincia de San Román.
- c. La adición de grafeno en proporciones del 1% y 3% mejorara notablemente la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ kg/cm² en la Provincia de San Román.

1.6 Variables E Indicadores.

1.6.1. Variable independiente.

Escorias de acería y grafeno.

Indicadores:

- Incorporación de escorias de acería en 0.5% y 1.0%.
- Incorporación de grafeno 1% y 3%.

1.6.2. Variable Dependiente.

Resistencia a la compresión

Indicadores:

- Resistencia del concreto con agregados naturales de la cantera Isla.
- Resistencia del concreto con empleo de Escorias de Acerías.
- Resistencia del concreto con empleo de Grafeno.

1.7 Operacionalización de Variables.

Se presenta la operacionalización de variables.

Figura 1

Cuadro de operacionalización de variables.

Variable Independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Escorias de acería y grafeno	Las escorias de acerías y el grafeno, ambos aditivos en el concreto, mejoran su resistencia y durabilidad, fomentando el reciclaje y el uso de materiales avanzados en la construcción.	Proporciones	Escorias de Acería Grafeno	Ficha de datos
Variable Dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Resistencia a la compresión	La resistencia a la compresión indica la capacidad de un material para soportar peso antes de fracturarse bajo presión.	Propiedades mecánicas	Esfuerzo a la Ruptura	Equipos de laboratorio



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales.*

(Frías Muñoz & Salazar Amagua, 2019) Además, se describen con detalle las composiciones de las mezclas de ensayo, así como los resultados obtenidos en cada uno de los experimentos realizados. En estos ensayos, las mezclas que fueron sustituidas con un 10% de finos presentaron un desempeño notable, superando la resistencia especificada ($f'c$) en un 45%, lo que implica una mejora significativa en comparación con la resistencia mínima requerida. Asimismo, se observó que dichas mezclas alcanzaron un 6% adicional de la resistencia estipulada en los estándares normativos. El estudio sugiere que es posible optimizar la producción de concreto de alta resistencia mediante el uso de acero reciclado de tornos, incorporándolo como una adición parcial en la composición de la mezcla. Este enfoque no solo promueve el uso de materiales reciclados, sino que también mejora la sostenibilidad del proceso constructivo. Además, se propone la dosificación de materiales provenientes de dos minas distintas, ajustándose a las directrices del código ACI, con el objetivo de alcanzar una resistencia a la compresión específica de 57,39 MPa. Esto destaca la viabilidad técnica y económica



de integrar materiales reciclados en la construcción, sin comprometer la calidad estructural requerida.

(Armando & David, 2021) El presente artículo tiene como objetivo principal analizar el impacto de la escoria de acero, un agregado alternativo, en las propiedades clave del concreto, tales como la trabajabilidad, la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión. En concreto, se examina cómo la adición de escoria influye en un concreto con una resistencia especificada $f'c = 20594 \text{ kPa}$ (210 kg/cm^2). La escoria de acero, derivada de talleres y empresas dedicadas a la fabricación de estructuras metálicas, presenta una opción viable y sostenible como sustituto de los agregados convencionales, cuando se añade al agregado fino en proporciones del 10%, 15% y 20%. Este tipo de escoria se genera principalmente a partir de procesos de soldadura en la construcción de estructuras metálicas, lo que sugiere que su incorporación en mezclas de concreto experimental no solo contribuiría a mejorar las propiedades del material, sino también a reducir el impacto ambiental asociado a los residuos industriales. Al integrar la escoria de acero reciclada, se disminuye la demanda de materiales vírgenes y se aprovechan subproductos industriales que de otra manera contribuirían a la contaminación del medio ambiente. Para evaluar el desempeño de las mezclas de concreto con escoria de acero, se utilizó un enfoque metodológico de tipo cuantitativo. La recopilación de datos se realizó mediante paneles de observación que permitieron registrar las propiedades físicas del concreto en diferentes etapas de su desarrollo. A través de la estadística inferencial, fue posible formular y comprobar hipótesis sobre el comportamiento del concreto modificado. Las pruebas clave, incluidas las de resistencia a la rotura, desgaste y elasticidad, se llevaron a cabo en tres momentos críticos: a los 7, 14 y 28 días, lo que permitió monitorear la evolución de las propiedades mecánicas del concreto a lo largo del tiempo. El análisis de los resultados de estos ensayos permitió determinar el diseño óptimo de mezcla, concluyéndose que la adición de un 10% de escoria de acero reciclada ofrecía el mejor rendimiento en términos de trabajabilidad,



resistencia a la flexión y resistencia a la compresión. Este diseño permitió cumplir con los tres objetivos planteados en el estudio: lograr una mezcla de concreto que no solo cumpla con los estándares técnicos de resistencia, sino que además represente una solución económica y ambientalmente responsable en la fabricación de concreto.

(Urrego Londoño & Hinestroza Murillo, 2021) en su trabajo de investigación "Análisis del óxido de grafeno usado como aditivo para el concreto" En el ámbito de la ingeniería, la búsqueda constante de mejoras y avances es una necesidad primordial. Los ingenieros no solo se enfocan en optimizar los métodos de construcción, sino también en innovar con nuevos materiales que permitan mejorar los procesos constructivos y los resultados obtenidos. Esta tendencia hacia la innovación tiene un fuerte componente económico, ya que la utilización de materiales más eficientes puede hacer que los proyectos sean más competitivos y sostenibles. En este contexto, la ingeniería moderna se enfrenta al reto de encontrar soluciones que equilibren el desempeño técnico con la viabilidad financiera, lo que implica explorar continuamente nuevas opciones y enfoques. Un ejemplo notable de cómo surgen estos avances fue el descubrimiento del grafeno en 2004 por los científicos Andre Geim y Konstantin Novoselov. Este material revolucionario abrió nuevas perspectivas en múltiples campos, no solo en la ingeniería. El grafeno, conocido por ser una forma de carbono de un solo átomo de espesor, es extremadamente fuerte, ligero y tiene propiedades eléctricas y térmicas excepcionales. Este hallazgo representó un cambio de paradigma, ofreciendo a los ingenieros la posibilidad de explorar sus aplicaciones en la construcción, así como en otras industrias. La relevancia del grafeno radica en su capacidad para mejorar de manera significativa las propiedades de los materiales tradicionales, como el concreto. Por ejemplo, cuando se incorpora grafeno en pequeñas cantidades a las mezclas de concreto, puede aumentar drásticamente la resistencia y durabilidad del material, al tiempo que reduce su peso. Además, su alta conductividad eléctrica y térmica lo



convierte en un recurso valioso para desarrollar infraestructuras más eficientes energéticamente. Este tipo de avances permiten que los proyectos de construcción sean no solo más duraderos y resistentes, sino también más sostenibles desde el punto de vista ambiental y económico. Este tipo de descubrimientos impulsan una nueva era de materiales avanzados, donde la investigación y la innovación juegan un papel fundamental en la evolución de la ingeniería civil. Gracias a estos avances, se abre la puerta a la posibilidad de crear estructuras más eficientes, sostenibles y capaces de enfrentar los desafíos del futuro. La ingeniería, entonces, sigue evolucionando y adoptando estas innovaciones con el objetivo de mejorar continuamente la calidad y el impacto de las soluciones constructivas a nivel global.

(Ávila, Egeuz, & Roa, 2019) En su tesis titulada "Evaluación del comportamiento en compresión de morteros reforzados con óxido de grafeno y costos inherentes al proceso productivo de la mezcla". El objetivo central de esta investigación es evaluar una de las propiedades mecánicas clave del mortero mejorado con óxido de grafeno producido en Ecuador, específicamente su comportamiento ante la compresión de cubos de mortero. Este estudio no solo busca determinar la resistencia a la compresión del mortero reforzado con este aditivo, sino también realizar un análisis económico para calcular los costos de producción por unidad volumétrica tanto del óxido de grafeno como del propio mortero. Al ser un producto de origen ecuatoriano, el óxido de grafeno ofrece una oportunidad para explorar y potenciar materiales de construcción autóctonos que podrían contribuir al desarrollo de tecnologías más avanzadas y sostenibles. Para identificar las características mecánicas del mortero, se emplearon diversas metodologías experimentales. Las pruebas incluyeron tanto la preparación de muestras de mortero con adición de óxido de grafeno como su posterior evaluación mecánica mediante ensayos de compresión. Se realizaron pruebas en laboratorio utilizando probetas reforzadas para garantizar la precisión en la medición de las propiedades de



compresión. El análisis se centró en la respuesta mecánica de cubos de mortero sometidos a cargas de compresión, con el fin de comprender el comportamiento del material mejorado con óxido de grafeno. En este estudio, se prepararon dos tipos de muestras: una reforzada con óxido de grafeno reducido y la otra con óxido de grafeno no reducido. Las primeras se produjeron a través de un proceso de síntesis química denominado "Síntesis mejorada de óxido de grafeno", que buscaba optimizar las propiedades mecánicas del material. Ambos tipos de muestras se combinaron con policarboxilato, un aditivo que mejora la dispersión del óxido de grafeno dentro de la matriz de cemento y, por lo tanto, la adhesión del aditivo con el material. Este procedimiento se realizó con una sustitución del 0,5% en peso del cemento por policarboxilato, lo que permitió mejorar la homogeneidad del óxido de grafeno dentro de la mezcla y asegurar su distribución uniforme en la matriz del mortero. Los resultados obtenidos mostraron que los cubos de mortero reforzados con óxido de grafeno presentaron respuestas mecánicas comparables bajo esfuerzos de compresión, lo que sugiere que este aditivo tiene el potencial de mejorar las propiedades mecánicas del mortero. Sin embargo, en este primer experimento no se utilizó el proceso de dispersión ultrasónica o sonicación, el cual es ampliamente conocido por mejorar la solubilidad del óxido de grafeno en agua. Este procedimiento tiene el potencial de optimizar la adhesión entre el óxido de grafeno (GO) y el cemento, lo que podría mejorar significativamente la resistencia del material. Por ello, se recomienda realizar una nueva serie de experimentos que incluyan la sonicación para determinar con mayor precisión cómo la dispersión adecuada del GO impacta el comportamiento del mortero ante fuerzas de compresión y si influye en otras características mecánicas, como la tracción. En conclusión, este estudio preliminar sugiere que el óxido de grafeno tiene un impacto positivo en las propiedades de compresión del mortero, y su potencial para mejorar las características de tracción aún requiere mayor exploración. Además, la implementación de técnicas como la sonicación y el uso de aditivos de policarboxilato podrían optimizar



aún más las propiedades mecánicas del mortero mejorado, contribuyendo a la creación de materiales de construcción más resistentes y sostenibles.

Chao, (2016). Durante su trabajo "Construcción y tecnología del concreto". En México, se ha presentado una investigación pionera sobre un aditivo innovador basado en grafeno, que promete transformar la industria de la construcción. Este desarrollo ha sido impulsado en colaboración con la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM), y se ha posicionado como una solución clave para mejorar las propiedades del concreto. Entre los hallazgos más destacados está la capacidad del aditivo para incrementar significativamente la resistencia del concreto a los terremotos, lo que resulta en edificaciones más seguras y duraderas en regiones propensas a la actividad sísmica. Esta ventaja se presenta como un factor crucial, dado el contexto geográfico de México, donde la resistencia sísmica de las construcciones es una necesidad imperativa. Además de su contribución a la resistencia estructural, uno de los aspectos más relevantes señalados por ambas organizaciones es que el aditivo basado en grafeno mejora sustancialmente todos los atributos del concreto que influyen en su longevidad. Esta característica ha sido resaltada como un factor clave en la estrategia de comercialización del producto, ya que no solo incrementa la vida útil de las estructuras, sino que también reduce la necesidad de mantenimiento a largo plazo. Esto representa un beneficio económico significativo, especialmente en infraestructuras donde la durabilidad y la resistencia al desgaste son primordiales. José Antonio Martínez, vicepresidente de la empresa encargada del desarrollo del aditivo, enfatizó varias ventajas adicionales del producto. Entre ellas, destacó la mejora en la resistencia del concreto frente a agentes agresivos como los sulfatos, los cloruros y la carbonatación. Estos agentes son conocidos por causar deterioro en las estructuras de concreto, especialmente en ambientes expuestos a condiciones extremas o a la proximidad de fuentes de salinidad, como el agua de mar. Al aumentar la resistencia del concreto a estos elementos, el



aditivo basado en grafeno no solo prolonga la vida útil de las construcciones, sino que también reduce los costos asociados a reparaciones y rehabilitaciones. Otro beneficio clave que se deriva de la incorporación de este aditivo es la prolongación de la vida útil del concreto, lo que tiene implicaciones directas en la sostenibilidad de los proyectos de construcción. Al extender el tiempo de servicio de las estructuras, se reduce la necesidad de utilizar nuevos recursos para reemplazar o reparar materiales, lo que contribuye a la conservación de los recursos naturales. Asimismo, un efecto secundario positivo es la contribución del aditivo a la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Durante el proceso tradicional de extracción, transformación, fabricación y transporte de materias primas para la producción de concreto, se generan importantes emisiones de CO₂, uno de los principales gases responsables del cambio climático. Al mejorar la eficiencia del concreto y aumentar su durabilidad, se minimiza el impacto ambiental al reducir la cantidad de concreto que necesita ser producido a lo largo del ciclo de vida de una estructura. Este enfoque promueve la construcción sostenible y refuerza el compromiso de las industrias con la mitigación del cambio climático. En resumen, la investigación sobre el aditivo basado en grafeno no solo promete revolucionar la industria de la construcción en términos de seguridad y longevidad de las edificaciones, sino que también posiciona a México como un actor clave en la adopción de tecnologías más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. La combinación de la resistencia mejorada, la reducción de emisiones y el uso más eficiente de los recursos naturales convierte a este aditivo en una solución integral para los desafíos contemporáneos de la construcción, donde la sostenibilidad y la resiliencia son factores cada vez más importantes.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

(López Iarrea & Pinedo Bustamante, 2015) su estudio "Mejoramiento de las características físico mecánicas de adoquines de cemento para pavimentación,



adicionando escoria de horno eléctrico en su proceso de fabricación- Nuevo Chimbote- 2015", La investigación señala que al incorporar escoria proveniente de hornos eléctricos en la fabricación de adoquines de cemento, se logra un objetivo significativo: "regenerar las cualidades físico-mecánicas de los adoquines". Este proceso permite no solo mejorar las propiedades estructurales del material, sino también optimizar su rendimiento en aplicaciones urbanas, como pavimentos adoquinados. El estudio concluye que al agregar escoria en la fabricación de los adoquines, se mejora considerablemente la resistencia, pasando de un diseño inicial de 320 kg/cm^2 a 420 kg/cm^2 , lo que representa un incremento sustancial en su capacidad de soportar cargas. Este hallazgo fue documentado en el año 2015 (p.7) y se considera una contribución importante en la búsqueda de materiales de construcción más resistentes y sostenibles. El enfoque de esta tesis estuvo centrado en la selección del pavimento adoquinado como objeto de estudio, debido a su amplia utilización en áreas urbanas y su importancia en términos de durabilidad y resistencia. En la fabricación de los adoquines, se empleó escoria de acero, un subproducto de los procesos industriales que, en lugar de ser desechado, fue reutilizado para mejorar las propiedades mecánicas del material. Los resultados obtenidos mostraron un aumento notable en la resistencia de los adoquines, incrementándose en un 10% en comparación con los adoquines convencionales que no contienen este aditivo. Este aumento de resistencia es crucial para mejorar el desempeño del pavimento ante el tráfico de vehículos y peatones, así como para prolongar su vida útil. La inclusión de escoria en la fabricación de adoquines no solo presenta beneficios en términos de resistencia, sino que también ofrece una solución viable desde el punto de vista ambiental y económico. El uso de escoria de hornos eléctricos implica el aprovechamiento de un subproducto industrial, reduciendo la necesidad de extracción de nuevos materiales y, por lo tanto, disminuyendo el impacto ambiental asociado a la producción de cemento. Además, al aumentar la durabilidad y resistencia del pavimento, se reduce la frecuencia de mantenimiento y reemplazo de los adoquines, lo que se traduce en un ahorro significativo de costos a largo plazo. El estudio



resalta que el uso de escoria de acero en la fabricación de adoquines puede ser una solución efectiva para mejorar la infraestructura urbana, particularmente en regiones donde se requiere pavimentación duradera y de alta resistencia. Los resultados indican que este enfoque tiene un gran potencial para ser implementado a mayor escala, no solo en pavimentos adoquinados, sino también en otros elementos de construcción que requieran mejorar sus propiedades físico-mecánicas. De este modo, la investigación aporta una alternativa práctica y sostenible para la industria de la construcción, alineándose con la tendencia global de utilizar materiales reciclados y de bajo impacto ambiental en las obras civiles. En conclusión, la incorporación de escoria de hornos eléctricos en la fabricación de adoquines representa una estrategia eficaz para aumentar la resistencia de los materiales de construcción, al tiempo que contribuye a la sostenibilidad ambiental y a la optimización de los recursos. Los resultados de esta investigación son una evidencia clara del potencial que tienen los subproductos industriales para ser reutilizados en aplicaciones constructivas, promoviendo tanto la innovación como la eficiencia en la industria de la construcción.

Álvarez & Lozano (2021) En su investigación, se menciona que, además de reducir la demanda y la dependencia de los agregados naturales, uno de los objetivos principales era evaluar los efectos de la escoria de acero en la resistencia del hormigón, mediante la sustitución progresiva del agregado fino por escoria de acero en porcentajes del 10%, 20%, 30% y 40%. Esta sustitución buscaba no solo mejorar las propiedades mecánicas del hormigón, sino también ofrecer una solución más sostenible y económica para la industria de la construcción al aprovechar un subproducto industrial. Los resultados obtenidos de los ensayos indicaron un comportamiento interesante en cuanto a la resistencia a la compresión. A medida que aumentaba el porcentaje de escoria de acero sustituyendo el agregado fino, se observó un incremento en la resistencia a la compresión en comparación con el hormigón base compuesto enteramente por árido



natural. Este incremento fue notable en los porcentajes de sustitución más bajos y medios, como el 10%, 20% y 30%. Sin embargo, cuando se alcanzó una sustitución del 40% del agregado por escoria de acero, se notó una disminución en la resistencia a la compresión en comparación con las mezclas con menores porcentajes de sustitución, aunque seguía siendo superior al hormigón base original. Este comportamiento sugiere que la escoria de acero puede mejorar la resistencia del hormigón cuando se utiliza en proporciones moderadas, pero un exceso de sustitución podría generar efectos contraproducentes, posiblemente debido a la pérdida de cohesión en la matriz del hormigón o la sobrecarga de partículas de escoria, que podrían alterar el equilibrio necesario para una mezcla óptima. Por otro lado, en cuanto a la resistencia a la flexión, los resultados mostraron un patrón más claro. Se observó que el aumento de la resistencia a la flexión era directamente proporcional al incremento del porcentaje de sustitución de escoria de acero en el agregado fino. Esto indica que la escoria de acero tiene un efecto positivo en la capacidad del hormigón para resistir esfuerzos de flexión, lo que resulta especialmente relevante para estructuras que deben soportar tensiones laterales, como pavimentos y elementos estructurales sometidos a cargas de impacto o vibración. En términos generales, esta investigación demuestra que la escoria de acero es un material prometedor para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón, siempre y cuando se utilice en proporciones adecuadas. Además de los beneficios mecánicos, el uso de escoria de acero contribuye a la sostenibilidad al reducir la dependencia de los agregados naturales, lo que a su vez disminuye la explotación de recursos naturales y reduce los desechos industriales. Es importante destacar que los resultados sugieren la necesidad de realizar estudios adicionales para encontrar el punto óptimo de sustitución, donde se maximicen las propiedades de resistencia tanto a la compresión como a la flexión, sin comprometer la cohesión y durabilidad del material. Esta investigación abre la puerta a nuevas oportunidades en el diseño de hormigones más resistentes y sostenibles, lo que podría tener un impacto positivo tanto en la industria de la construcción como en el medio ambiente.



(Ccopa Mamani, 2017) En su tesis titulada "Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto". El propósito de la investigación era estudiar el efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en concreto, específicamente en condiciones extremas a 3,800 metros sobre el nivel del mar. Este enfoque buscaba mejorar dos aspectos fundamentales del concreto: su trabajabilidad y durabilidad. Las condiciones de altitud presentan desafíos únicos para el comportamiento de los materiales de construcción debido a la menor presión atmosférica y las variaciones en la temperatura y humedad, lo que afecta las propiedades del concreto, como el tiempo de fraguado y la resistencia. En este contexto, la investigación se centró en explorar cómo la adición de grafeno podría influir positivamente en estas características, brindando un nuevo enfoque para la mejora del rendimiento del concreto en ambientes de altura. Uno de los hallazgos más emocionantes y significativos fue la mejora en la trabajabilidad del concreto al incorporar grafeno en diversas proporciones. A través de la experimentación, se observaron variaciones importantes en el comportamiento mecánico del concreto en función de la cantidad de grafeno aplicado, lo que permitió afinar la cantidad óptima de adición para maximizar los beneficios en términos de resistencia y durabilidad. El estudio se diseñó bajo una metodología correlacional-explicativa, con el objetivo de establecer de manera deliberada la relación entre la adición de grafeno y la compresión inducida en el concreto. Este método no solo busca describir el comportamiento observado, sino también explicar las razones detrás de las diferencias en los resultados obtenidos por diferentes investigadores en estudios previos sobre este tema. El método ACI (American Concrete Institute) fue utilizado para el desarrollo del diseño de la mezcla de concreto, asegurando que se siguieran estándares internacionales en la dosificación y preparación del material. Para la producción de los agregados, se empleó la estrategia del módulo de finura, que ayuda a controlar la granulometría de los agregados y su influencia en la mezcla. Este enfoque riguroso permitió obtener resultados confiables y comparables con los del concreto convencional, lo que facilitó la evaluación precisa de los beneficios aportados por el grafeno. Los resultados de la investigación son concluyentes: la



incorporación de grafeno en el concreto mejoró su resistencia a la compresión en un 26% en comparación con el concreto ordinario. Este incremento notable es una de las propiedades más destacadas del concreto mejorado con grafeno, lo que sugiere que su uso puede ser altamente beneficioso en construcciones donde la resistencia es crítica, como en obras de infraestructura sometidas a cargas elevadas o en ambientes con condiciones extremas, como la altura. A medida que el concreto envejece, también se observó que no solo aumenta su resistencia, sino que se vuelve más consistente y estable, lo que acelera el proceso de fraguado. Este hallazgo es de gran importancia, ya que en condiciones de altura, donde los tiempos de fraguado pueden verse alterados, la adición de grafeno ayuda a mantener la uniformidad del concreto y reduce los tiempos necesarios para alcanzar su estado final de solidez. Este beneficio es clave para acelerar el proceso constructivo y garantizar que las estructuras sean más seguras y duraderas en menos tiempo. En resumen, esta investigación demuestra que la adición de grafeno no solo mejora la trabajabilidad y resistencia del concreto, sino que también lo convierte en una opción más eficiente y adaptable para proyectos de construcción en condiciones extremas de altitud. La metodología empleada, así como el análisis riguroso de los resultados, subrayan el potencial del grafeno como una innovación en el campo de los materiales de construcción, con aplicaciones que podrían transformar la forma en que se diseñan y construyen infraestructuras en el futuro.

(Flores Oriundo, 2022) En la investigación titulada "Nanopartículas de grafeno para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto", se examina la aplicación de nanopartículas de grafeno con el fin de mejorar las propiedades mecánicas y físicas tanto del hormigón fresco como del hormigón endurecido. El objetivo principal del estudio era evaluar cómo la adición de este material nanotecnológico podría optimizar diversas características del hormigón, sin comprometer su trabajabilidad. El estudio se desarrolló utilizando una metodología que abarcó enfoques transversales, documentales y no



experimentales, lo que permitió recopilar información de diferentes fuentes y analizar los resultados obtenidos de investigaciones previas y experimentos controlados. A través de la incorporación de grafeno en la mezcla de hormigón en proporciones variables, se observó una notable mejora en las propiedades físico-mecánicas del material, especialmente en términos de resistencia a la compresión y durabilidad. Sin embargo, la trabajabilidad del material no se vio significativamente afectada, lo que sugiere que el grafeno puede mejorar la calidad del hormigón sin hacer que sea más difícil de manejar o aplicar en la obra. En lo que respecta a la resistencia a la compresión, las fuentes indicaron que la incorporación de grafeno en concentraciones que varían entre el 0,02% y el 0,04% en peso de cemento produjo un incremento aproximado del 10% en la resistencia a la compresión del hormigón, comparado con una mezcla estándar sin grafeno. Este aumento en la resistencia es un hallazgo relevante, dado que la resistencia a la compresión es una de las propiedades más críticas para la calidad y durabilidad del hormigón en estructuras sometidas a cargas importantes. Por otro lado, la trabajabilidad del hormigón mostró una ligera reducción al incorporar grafeno en una concentración del 0,05%. Esta disminución, que osciló entre el 3% y el 26%, sugiere que el hormigón con grafeno es ligeramente menos fluido que las mezclas convencionales, lo que podría afectar en cierta medida su manipulación y colocación en obra, especialmente en proyectos donde se requiere alta fluidez o facilidad de manejo. No obstante, esta reducción no se considera suficientemente significativa como para comprometer el uso práctico del hormigón con grafeno en la construcción. Uno de los resultados más prometedores del estudio es la mejora en la durabilidad del hormigón. El grafeno tiene la capacidad de reducir la absorción de agua y la penetración de iones agresivos, como los de cloruro y sulfato, los cuales son responsables de la degradación del hormigón con el paso del tiempo. Al disminuir la permeabilidad del hormigón, el grafeno actúa como una barrera protectora frente a agentes corrosivos, aumentando así la vida útil de las estructuras construidas con este material. Además, la investigación demostró que el hormigón enriquecido con grafeno es más resistente a los ataques ácidos, como los



causados por la lluvia ácida o la contaminación del aire (smog). Este comportamiento se debe en gran parte a que el grafeno modifica la microestructura de los poros del hormigón, haciéndolo menos vulnerable a la infiltración de agua y especies disueltas que pueden deteriorar el material. En conclusión, la incorporación de grafeno y sus compuestos en el hormigón fresco y endurecido ofrece una oportunidad importante para la innovación en el campo de los materiales de construcción. Los hallazgos de esta investigación demuestran que el uso de nanopartículas de grafeno no solo mejora la resistencia y durabilidad del hormigón, sino que también lo convierte en un material más resistente a las agresiones del entorno, todo ello sin afectar significativamente su trabajabilidad. Estos resultados abren un abanico de posibilidades para futuras aplicaciones en proyectos de infraestructura más duraderos y sostenibles, donde el uso de materiales avanzados como el grafeno podría marcar una diferencia significativa en la calidad y longevidad de las construcciones.

2.1.3. Antecedentes regionales.

(Heber, 2017) En el estudio titulado "Efecto del Grafeno Como Aditivo Nanotecnológico En La Resistencia Del Concreto, Puno 2017", presentado como tesis de pregrado en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno, se investigó el impacto del grafeno como aditivo en el concreto, arrojando resultados prometedores. Las conclusiones principales de la investigación destacan una serie de beneficios significativos que este material nanotecnológico puede aportar al concreto, en comparación con el concreto estándar tradicional. Una de las conclusiones más importantes es que la adición de grafeno al concreto mejora de manera significativa la resistencia a la compresión. El estudio determinó que esta mejora es, en promedio, del 26%, lo que representa un aumento notable en la capacidad del concreto para soportar cargas. Esta mejora en la resistencia tiene implicaciones prácticas importantes, ya que permite la creación de estructuras más fuertes y duraderas. Además, la incorporación de grafeno acelera el tiempo de fraguado del concreto, lo que reduce el tiempo necesario



para que el material alcance una resistencia adecuada, optimizando así los tiempos de construcción y aumentando la eficiencia en los proyectos. En cuanto a la trabajabilidad del concreto, se observó que la adición de grafeno produce mejoras notables. En el ensayo de asentamiento (también conocido como ensayo de cono de Abrams), se registró un incremento de 4.40 pulgadas a 5.50 pulgadas en el asentamiento del concreto, lo que indica una mayor fluidez y facilidad de manejo del material. Este aumento en la trabajabilidad facilita la colocación y compactación del concreto en obra, lo que es un factor importante para lograr una distribución homogénea del material y evitar defectos durante la construcción. Asimismo, la investigación destacó que al utilizar una dosis adecuada de grafeno en torno al 0.5% del peso del cemento, se alcanzó un incremento del 47% en la resistencia del concreto en comparación con los concretos estándar. Este resultado sugiere que, con la dosificación correcta, el grafeno no solo aumenta la resistencia a la compresión, sino que también optimiza el desempeño general del material. Con esta dosis de grafeno, se logró una resistencia superior a los 210 kg/cm², lo que supera con creces las especificaciones mínimas requeridas para muchos tipos de construcciones. Otro punto clave abordado en la tesis es el comportamiento del concreto a lo largo del tiempo. La resistencia del concreto no es estática, sino que aumenta a medida que este envejece. El estudio subraya que el concreto con grafeno continúa mejorando su resistencia conforme pasa el tiempo, lo que implica que no solo es más resistente desde el principio, sino que también tiene un potencial de durabilidad mayor a largo plazo. Esto hace que el concreto reforzado con grafeno sea una opción atractiva para proyectos de infraestructura que requieren alta durabilidad y resistencia a lo largo de los años. Finalmente, el estudio concluyó que todos los materiales utilizados para la mezcla de concreto con grafeno pueden ser encontrados localmente en la región de Puno. Esto incluye los agregados, aditivos, cemento y agua, lo que facilita la implementación de esta tecnología sin la necesidad de importar materiales costosos. Esta disponibilidad local no solo reduce los costos de producción, sino que también promueve el uso de tecnologías innovadoras en áreas geográficas remotas o con acceso

limitado a recursos avanzados. En conclusión, la investigación demuestra que la incorporación de grafeno como aditivo nanotecnológico al concreto tiene un impacto positivo considerable en términos de resistencia, trabajabilidad y durabilidad. Con una dosificación adecuada, el grafeno puede transformar el concreto convencional en un material más resistente, fácil de manejar y duradero, lo que abre nuevas posibilidades para su aplicación en la industria de la construcción. Además, el hecho de que los materiales necesarios para esta innovación sean accesibles localmente refuerza el potencial de adopción de esta tecnología en regiones como Puno y otras zonas con condiciones similares.

(Mamani Vilca, 2022) La investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia del grafeno en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto, específicamente para la construcción de un pavimento rígido en el distrito de Puno en el año 2022. Para cumplir con este objetivo, se empleó un diseño experimental junto con métodos de investigación aplicada, lo que permitió analizar cómo diferentes proporciones de grafeno afectaban las características del concreto, tanto en términos de resistencia a la compresión como de flexión. Las dosificaciones utilizadas en los lotes de concreto fueron cuidadosamente seleccionadas, incluyendo un saco de cemento, doce litros de agua, 2,4 pies cúbicos de agregado grueso y 1,2 pies cúbicos de agregado fino. A partir de esta mezcla base, se replicaron las pruebas variando las proporciones del grafeno para evaluar su impacto en las propiedades mecánicas del material. De esta manera, se pudo comparar el rendimiento del concreto estándar con el suplementado con diferentes cantidades de grafeno. En cuanto a los resultados, tras siete días de exposición, la resistencia a la compresión de la muestra estándar fue de 209,62 kg/cm², lo que representaba el 74,87% de su resistencia inicial. Al incorporar un 2% de grafeno en la mezcla, la resistencia a la compresión aumentó a 225,40 kg/cm², alcanzando el 80,50% de su resistencia inicial en el mismo periodo de tiempo. Este incremento es significativo,



ya que demuestra que el grafeno no solo acelera el desarrollo de la resistencia inicial, sino que también mejora la capacidad del concreto para soportar cargas, lo que es crucial en el diseño de pavimentos rígidos. El procedimiento se repitió para diferentes proporciones de grafeno, observándose un patrón similar de mejora en la resistencia conforme aumentaba la cantidad de aditivo nanotecnológico. Este comportamiento sugiere que el grafeno tiene un efecto positivo sobre las propiedades del concreto, mejorando su desempeño mecánico en etapas tempranas del fraguado y curado. En relación a la resistencia a la flexión, los ensayos se llevaron a cabo después de 28 días, lo que es habitual para este tipo de pruebas. Los resultados mostraron que la deformación a flexión en la muestra estándar fue de 14,43 kg/cm². En comparación, la muestra suplementada con un 2% de grafeno presentó una deformación ligeramente superior, alcanzando los 15 kg/cm². Este incremento en la resistencia a la flexión, aunque más moderado que en el caso de la resistencia a la compresión, es igualmente importante, ya que mejora la capacidad del pavimento para resistir tensiones y deformaciones sin romperse, lo que es esencial para su durabilidad y funcionalidad a largo plazo. En conclusión, la investigación demuestra que la incorporación de grafeno en el concreto utilizado para pavimentos rígidos tiene un efecto positivo tanto en la resistencia a la compresión como en la resistencia a la flexión. Estos resultados sugieren que el uso de grafeno como aditivo nanotecnológico no solo optimiza el rendimiento mecánico del concreto, sino que también puede contribuir a la construcción de pavimentos más duraderos y resistentes, capaces de soportar mejor las condiciones de carga y desgaste típicas de las infraestructuras urbanas y carreteras.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1. Escoria de acero.

La producción de acero da lugar a la creación de un subproducto conocido como escoria siderúrgica. Este subproducto se forma cuando los minerales de hierro se funden



en un horno de fusión. La producción de acero es el resultado final de este procedimiento. Es una sustancia vítrea y amorfa que se produce por la fusión y oxidación de impurezas presentes en el mineral de hierro, además de otros componentes añadidos durante el proceso de fabricación del acero, como fundentes y agentes desoxidantes. La fusión y oxidación de estas impurezas da lugar a la creación de una escoria, que es una sustancia vítrea y amorfa. La producción de vidrio amorfo es el resultado final de la fusión de estas imperfecciones y de su posterior oxidación.

Los componentes que se utilizan en la producción de acero pueden tener una gran influencia en la composición química de la escoria que se genera finalmente como subproducto del proceso. Por lo general, está formada por compuestos que incluyen hierro y azufre, además de óxidos de calcio, silicio, aluminio, magnesio y manganeso. Es posible ajustar las proporciones de estos componentes para cumplir los requisitos del método utilizado para fabricar acero en cualquier circunstancia individual.

La escoria de acero se acumula en el horno de fusión en forma de capas sobre la superficie del metal líquido. Estas capas se raspan una vez que la escoria se ha recogido para su posterior procesamiento. Cuando la escoria de acero se ha dejado enfriar el tiempo suficiente, se vuelve tan rígida como el cristal y se rompe en trozos distintos. El tamaño de estos trozos puede variar desde pequeñas partículas parecidas a la arena hasta grandes rocas, pasando por cualquier tamaño intermedio.

La escoria de la producción de acero puede utilizarse para diversos fines y ofrece una serie de ventajas potenciales. Como material de relleno, se utiliza mucho en ámbito de la construcción, sobre todo en la fabricación de asfalto y concreto. Además, es esencial en creación de otros productos relacionados con la construcción. No es raro que la escoria de acero molida se incorpore a las mezclas que se utilizan en la producción de asfalto y concreto a lo largo de todo el proceso de fabricación. Esto ayuda a reforzar la resistencia de los materiales a la corrosión, así como su resistencia y durabilidad. Además, debido a componente química de la escoria de acero, tiene el potencial de



actuar como agente estabilizador del suelo, y se utiliza ampliamente en proyectos que incluyen la remediación de suelos contaminados.

La escoria de acero también puede utilizarse como sustancia abrasiva para la limpieza y preparación de superficies, otra aplicación habitual de este material. La escoria de acero triturada se utiliza con frecuencia como parte del proceso de limpieza de estructuras metálicas cuando es necesario eliminar el óxido, la pintura vieja y otros revestimientos no deseados de la superficie del metal. También se emplea en el proceso de fabricación de productos abrasivos, como papel de lija y discos abrasivos.

Además, la escoria que sobra tras la fabricación del acero puede encontrar un uso en la industria cementera. Es posible que la escoria sustituya parcialmente al clínker, que es un componente esencial en la fabricación de cemento. Gracias a ello, se reducirá tanto la cantidad de energía utilizada como las emisiones de dióxido de carbono que se producen a lo largo del proceso de producción.

Esto da lugar a la formación de la escoria. La escoria se crea como consecuencia de este proceso. Además de utilizarse como material de relleno, también se emplea en la producción de asfalto y concreto, así como en otros usos específicamente relacionados con la industria de la construcción. Además, es un abrasivo que puede emplearse en la limpieza de superficies, y también tiene aplicaciones que podrían utilizarse en la industria del cemento.

2.2.1.1 Uso de escorias de acero

Actualmente la idea de utilizar escoria de acero como aditivo del concreto no es muy conocida por el momento, pero podría ser algo latente a largo plazo para una mejora considerable en la construcción. a continuación, se exponen algunos de sus usos:

a. Realizando Mejoras en el concreto.

La escoria de acero se considera un cemento hidráulico latente porque contiene los mismos compuestos que el cemento portland y porque puede utilizarse como aditivo en la producción de concreto o con el mismo fin que el cemento portland. Dado que



fragua y se endurece por reacción química con el agua, la escoria de acero se considera un cemento hidráulico latente. Sin embargo, para lograr su funcionalidad, en determinadas circunstancias es necesario que la escoria se combine también con cal hidratada. (Gambhir, 2009; Lea, 1971).

b. Economía.

Cuando el constructor experimenta problemas con el concreto, tiene que decidir si debe utilizar o no un aditivo, qué aditivo debe emplear y en qué cantidad. Para responder a esta pregunta, tendrá que examinar la documentación pertinente y hablar con el fabricante. Para determinar la dosificación adecuada, deberá familiarizarse con las pruebas que pueden realizarse localmente.

Esto se hace en la búsqueda de un concreto mejor que el tradicional, tanto en términos de rendimiento como de coste. Esto se hace con el fin de obtener las mezclas más rentables a los precios de construcción más asequibles que se puedan alcanzar.

c. Las Técnica.

Como resultado, el hormigón fresco conserva su trabajabilidad, reduce la exudación y la segregación, mejora la cohesión, acelera el tiempo de fraguado y aumenta la resistencia, mientras que el hormigón endurecido presenta un mejor rendimiento en los diversos climas de nuestro país gracias a una mayor resistencia mecánica, una mayor resistencia a las tensiones físicas y químicas, incluidas las heladas, y una menor resistencia a la deformación.

2.2.1.2 Cumplimientos de las especificaciones.

Para mejorar las cualidades mecánicas del concreto, se están incorporando a la mezcla escoria de acero y grafeno, es necesario tener en cuenta los siguientes factores para garantizar el cumplimiento:

- La calidad y pureza de los componentes utilizados determinan la eficacia de la escoria de acero y el grafeno en el concreto.



- Para garantizar que la mezcla de concreto se ajusta a las normas técnicas, debe realizarse un cálculo preciso de la proporción de grafeno y escoria de acero.
- Una vez que la escoria de acero y el grafeno se han incorporado al concreto, hay que comprobar las propiedades mecánicas del material resultante.
- Esto garantizará un concreto de alta calidad al permitir comprobar si se han cumplido todos los requisitos técnicos.
- Para garantizar el cumplimiento de los criterios técnicos exigidos durante la producción de concreto que contenga escoria de acero y grafeno, debe llevarse a cabo un estricto control de calidad en cada fase del proceso.
- Como parte de este proceso, se lleva un análisis de las particularidades mecánicas de la mezcla de concreto y una verificación de la conformidad del material con las normas y requisitos técnicos pertinentes.

Para mejorar con éxito los atributos mecánicos del concreto utilizando escoria de acero y grafeno, es necesario seleccionar los materiales con sumo cuidado, realizar un análisis preciso de atributos mecánicas del concreto y mantener un estricto control de calidad durante todo el proceso de producción. Esto garantizará la excelente calidad y utilidad del concreto que lleva grafeno y escoria de acero mezclados.

2.2.1.3 Propiedades de la escoria de acero

La explotación de escorias de acero como material componente en una serie de proyectos incluidos en rugro de la industria de la construcción es lo que se conoce como práctica de "escorias de acero en la construcción". La producción de acero genera un subproducto conocido como escoria de acero. Debido a las características que ofrece, la escoria de acero es un excelente material de construcción y puede utilizarse en diversos proyectos de construcción.

Tanto en la fabricación de concreto, la escoria de acero suele utilizarse como agregado o relleno. Esta es la aplicación más típica de la escoria de acero en el sector de la construcción. Se añade a las combinaciones que se utilizan para crear concreto y



asfalto con el fin de mejorar las propiedades de dichas mezclas, así como para obtener ciertas ventajas. La industria de la construcción puede obtener diversos beneficios de la utilización de la escoria de acero, entre los que se incluyen los siguientes:

- **Mayor resistencia a la tracción y a la abrasión:** Las escorias de la producción de acero tienen la capacidad de proporcionar una mayor resistencia a la tracción y a la abrasión, lo que puede ser ventajoso tanto para el asfalto como para el concreto. La escoria de acero aumenta la resistencia y a la abrasión de los materiales con los que se mezcla debido a la composición química de sus componentes. Como resultado, estos materiales son más capaces de soportar cargas elevadas y resistir el desgaste.
- **La resistencia a la corrosión:** se consigue en parte gracias a la presencia de ciertos compuestos en la escoria de acero, que contribuyen a la resistencia general a la corrosión del material. Incorporando escoria de acero a los agregados del concreto, es posible reforzar la resistencia de las estructuras de acero reforzado a la corrosión. Como consecuencia, los edificios tendrán una vida útil más larga, además de requerir menos mantenimiento durante su vida útil.
- **Cualidades aislantes:** Entre las estructuras construidas, incluidos los propios edificios, que pueden beneficiarse de las capacidades aislantes de la escoria de acero, encontramos: "estructuras edificadas" Es posible que ayude a minimizar el flujo de calor y sonido a través de las estructuras, lo que a su vez aumenta la eficiencia del consumo de energía y ofrece aislamiento acústico. Esto se debe a que posee estas características.
- **Beneficios medioambientales:** La escoria de acero en el sector de la construcción tiene, entre otros beneficios, una serie de consecuencias positivas para el entorno natural circundante. Es posible reducir la cantidad de este subproducto industrial que se deposita en vertederos reciclándolo, lo que a su vez reduce el impacto medioambiental. En comparación con la fabricación de otros materiales de construcción, la producción de escoria de acero requiere una menor cantidad de

energía, lo que se enfoca en una menor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero. Esto contribuye a una mayor sostenibilidad y a una menor huella de carbono de la escoria de acero.

2.2.1.4 Clasificación de escoria de acero

El horno de oxígeno básico (BOF) y el horno de arco eléctrico (EAF) son las dos principales fuentes de escoria de acero utilizadas en la producción de cemento debido al alto contenido de óxido de calcio (CaO) en las escorias que producen. Este componente es fundamental en la fabricación de cemento, ya que ayuda en la hidratación y endurecimiento del material. Otras escorias siderúrgicas generadas por diferentes tipos de hornos no se emplean en la industria del cemento debido a su bajo contenido de CaO, lo que reduce su utilidad en la producción de cemento (Baalamurugan et al, 2021). Aunque varios autores han propuesto diferentes clasificaciones para las escorias siderúrgicas, en la práctica no existe una clara distinción entre las de BOF y EAF, ya que ambas son las predominantes en este proceso (Álvarez & Lozano, 2020).

Proceso de Horno de Oxígeno Básico (BOF)

El proceso BOF, también conocido como proceso de oxígeno básico, implica la carga de un horno con una mezcla de metal líquido proveniente del alto horno, chatarra de acero y fundentes que contienen cal (CaO) y cal dolomítica. En este proceso, una lanza introduce oxígeno puro a alta presión en el convertidor, lo que provoca que el oxígeno se combine con los contaminantes presentes en el metal. Esta reacción genera escoria, que captura impurezas como el carbono, el azufre y el fósforo, purificando el acero en el proceso. La escoria que se forma contiene principalmente CaO, por lo que es aprovechada en la producción de cemento. El proceso es eficiente en la producción de acero de alta calidad y es ampliamente utilizado en la industria siderúrgica (Chandini, 2017).

Proceso de Horno de Arco Eléctrico (EAF)

El proceso EAF es una técnica que utiliza chatarra de acero reciclada como materia prima, en lugar de metal caliente, lo que lo hace particularmente relevante en términos de sostenibilidad y reciclaje. A diferencia del BOF, el EAF no depende de combustibles fósiles, sino que emplea arcos eléctricos de alta potencia para generar el calor necesario para fundir la chatarra. Este proceso se denomina "fusión por arco eléctrico". Durante la fusión, se inyecta oxígeno en el horno para refinar aún más el acero y eliminar impurezas. La escoria formada en el EAF, que flota en la superficie del acero fundido, se retira y se utiliza en la producción de cemento debido a su alto contenido de CaO, similar al proceso BOF (Chandini, 2017).

Figura 2

Horno de oxígeno básico

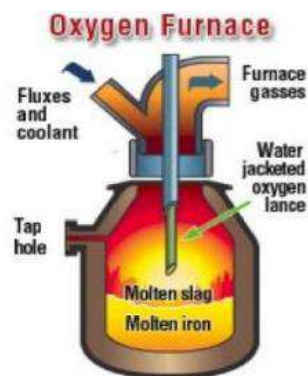
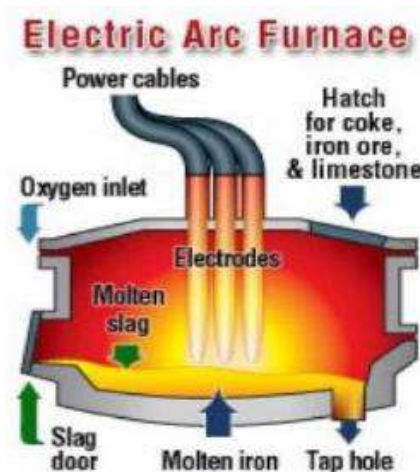


Figura 3

Horno de arco eléctrico



2.2.2 Grafeno.

Desde su descubrimiento en la década de 1930, el grafeno ha sido objeto de numerosas investigaciones, todas ellas centradas en encontrar el grano o estructura ideal que permita aprovechar sus excepcionales propiedades. Sin embargo, hasta la fecha, los científicos aún no han logrado identificar una estructura definitiva. La verdadera revolución en la investigación del grafeno se produjo en 2004, cuando los científicos Andre Geim y Konstantin Novoselov lograron, mediante exfoliación mecánica, aislar una capa de grafeno en la que pudieron medir sus propiedades electrónicas. Este logro fue tan relevante que en 2010 ambos investigadores fueron galardonados con el Premio Nobel de Física. A partir de ese momento, el grafeno captó la atención mundial y se inició una nueva era de investigaciones sobre sus propiedades alotrópicas bidimensionales.

El método de exfoliación mecánica utilizado por Geim y Novoselov consiste en extraer capas extremadamente delgadas de grafito hasta obtener una sola capa de átomos de carbono, es decir, grafeno. Este material, a pesar de su ligereza y delgadez, posee una estructura en forma de red hexagonal, similar a la de un panal de abejas, pero con el tamaño de un átomo de carbono. La figura N°1 de este estudio ilustra esta estructura única. Debido a su escala nanométrica, el examen de sus propiedades debe realizarse con la ayuda de un microscopio de alta resolución.

El grafeno es un alótropo del carbono, y se obtiene como un subproducto de la exfoliación del grafito, que es otro miembro de la familia del carbono. Esta investigación intenta demostrar las características estructurales y propiedades del grafeno, poniendo a prueba su durabilidad y comportamiento físico-químico. Existen diversos métodos para verificar la estructura del grafeno, cada uno diseñado para analizar diferentes aspectos de este material extraordinario, como su conductividad eléctrica, resistencia mecánica y capacidad de auto-reparación, que lo convierten en una opción prometedora para múltiples aplicaciones en campos de la ingeniería y otras disciplinas tecnológicas.

En resumen, la investigación en torno al grafeno ha permitido que este material revolucionario sea considerado como uno de los más prometedores para el desarrollo de

nuevas tecnologías, gracias a sus propiedades únicas. Sin embargo, el desafío sigue siendo encontrar una forma de explotarlo de manera eficiente y rentable en aplicaciones a gran escala. Como señala Coello (2021, pg. 2), el estudio del grafeno sigue siendo un campo activo y crucial para futuros avances en áreas como la electrónica, la construcción y los materiales avanzados.

Figura 4

La estructura de grafeno en lámina



Nota. Coello (2021, p. 2).

El ascenso del grafeno en la industria no será un proceso sencillo y sin obstáculos, como señala Gutarra (2012). Aunque este material tiene un enorme potencial, deberá enfrentarse a otros materiales cuyos procesos de fabricación, rendimiento, escalabilidad y costos ya están consolidados. A lo largo de los últimos 50 años, estos materiales han perfeccionado sus técnicas de producción, lo que les otorga una ventaja en términos de calidad, pureza, dimensiones y durabilidad, factores cruciales en la industria.

En 2004, se logró aislar por primera vez el grafeno, proveniente del grafito, el mismo que se encuentra en las minas de los lápices. Este aislamiento se realizó casi de forma accidental mediante el uso de cinta adhesiva, lo que permitió obtener una fina lámina de grafeno, de un solo átomo de grosor. Este descubrimiento, aunque fortuito, fue seguido de un profundo análisis científico para caracterizar sus propiedades y explorar sus aplicaciones en diversos campos. Desde entonces, el grafeno ha mostrado un inmenso potencial, siendo un material extremadamente fino, resistente, flexible,

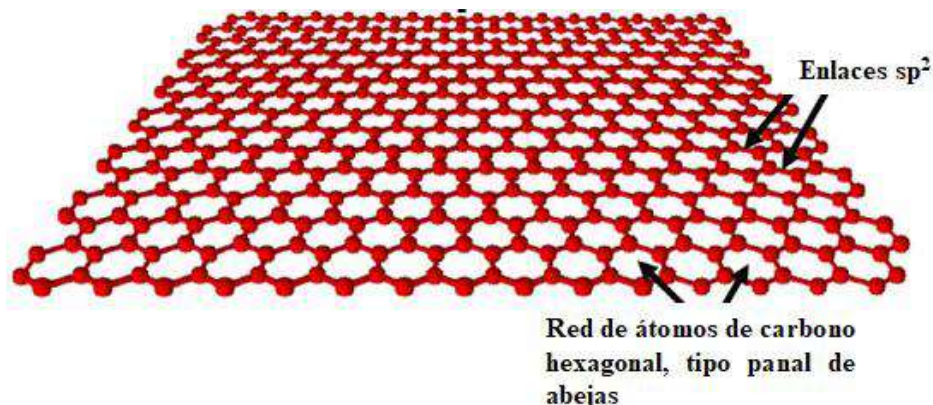


transparente y con propiedades superconductoras. Algunos ejemplos de las aplicaciones del grafeno incluyen fibras ópticas, ordenadores de alta velocidad, paneles solares y sensores de todo tipo (Saldivar, 2012).

El grafeno es un alótropo del carbono, caracterizado por su estructura bidimensional que se asemeja a un panal de abejas, compuesto por una red hexagonal de átomos de carbono. Esta disposición le confiere una serie de propiedades excepcionales, incluida su capacidad para participar en reacciones químicas que generan compuestos con características muy diversas. Su capacidad de crecimiento, tanto a nivel de aplicaciones como de innovación, es considerable, lo que lo convierte en un material de gran relevancia para el futuro de la ciencia y la ingeniería.

Uno de los aspectos más fascinantes del grafeno es su alta movilidad electrónica. Gracias a la superposición de los orbitales π , el grafeno puede transportar electrones a gran velocidad, incluso a temperatura ambiente, lo que lo hace ideal para aplicaciones en microelectrónica. Además, este nanomaterial presenta una excepcional absorción óptica del 2.3%, una conductividad térmica que es 25 veces superior a la del silicio, y una resistencia mecánica notablemente alta. Estas propiedades hacen que el grafeno sea el nanomaterial más robusto conocido, lo que ha permitido su uso en una amplia variedad de aplicaciones en microelectrónica, sensores, y otros campos de la tecnología avanzada (Berry, 2013).

En resumen, aunque el grafeno tiene un futuro prometedor y puede revolucionar diversas industrias, su adopción a gran escala no será inmediata. La competencia con otros materiales bien establecidos y los desafíos relacionados con su fabricación y escalabilidad serán retos importantes que superar. Sin embargo, las características únicas del grafeno, como su alta movilidad electrónica, resistencia mecánica y capacidad para generar nuevos compuestos, lo posicionan como un material clave en el futuro de la tecnología y la ciencia.

Figura 5*Estructura de la red de grafeno*

El grafeno no solo destaca por sus propiedades intrínsecas, sino que también tiene la capacidad de aleación con metales como el níquel y el cobre, entre otros, lo que resulta en la creación de materiales más robustos y duraderos. Estas aleaciones combinan las propiedades excepcionales del grafeno, como su ligereza y alta resistencia, con las características de los metales, para producir compuestos innovadores que pueden tener un impacto significativo en diversas industrias, incluyendo la construcción y la fabricación de componentes estructurales.

Gracias a su peso ultraligero, el grafeno está penetrando en el mercado con la promesa de fabricar estructuras más ligeras pero igualmente resistentes. Por ejemplo, al combinarse con cobre, se logra un material compuesto que no solo es extremadamente ligero, sino también mucho más resistente. Este compuesto de grafeno y cobre puede soportar hasta 1,5 GPa de presión, lo que lo hace 500 veces más duradero que el cobre por sí solo. Además, en comparación con otros materiales comúnmente utilizados en ingeniería, este compuesto es 50% más duro que el titanio y 200 veces más resistente que el acero, lo que lo convierte en una opción superior para aplicaciones donde la resistencia y durabilidad son cruciales.

Asimismo, su resistencia es sobresaliente cuando se compara con otros metales livianos utilizados en la construcción. El grafeno tiene una resistencia 313 veces mayor que la de las aleaciones de aluminio que habitualmente se emplean en la construcción de

edificios y otras estructuras. Esta propiedad convierte al grafeno en un material sumamente atractivo para reemplazar o complementar materiales tradicionales en la ingeniería civil, aeroespacial, y automotriz, donde la reducción de peso sin sacrificar resistencia es una prioridad.

En conclusión, las aleaciones de grafeno con metales como cobre y níquel no solo mejoran las propiedades de estos metales, sino que abren la puerta a la creación de materiales ultrarresistentes y ligeros, con aplicaciones en una amplia gama de industrias. Estas innovaciones podrían revolucionar el diseño y la construcción de todo tipo de estructuras, desde edificios hasta vehículos, permitiendo la creación de sistemas más eficientes, duraderos y sostenibles. (Delgado, 2015).

Figura 6

Grafeno en polvo



Nota. <http://www.elmundo.es/economia/2014/09/03>

Propiedades del grafeno

No es posible encontrar en la naturaleza materiales que tengan los mismos atributos que este material, que es un alótropo del carbono. Estas cualidades no pueden encontrarse en ningún otro material. A la luz de esto, se discutirán las siguientes características del grafeno:

Resistente. El grafeno tiene una resistencia 200 veces superior a la del acero gracias a su estructura increíblemente fina.

Conductor de electricidad. Al tener una conductividad superior a la del cobre, material que se utiliza habitualmente en la actualidad, y al necesitar menos electricidad para transmitir energía que otros materiales, el grafeno es capaz de producir electricidad mediante el uso de la radiación solar.

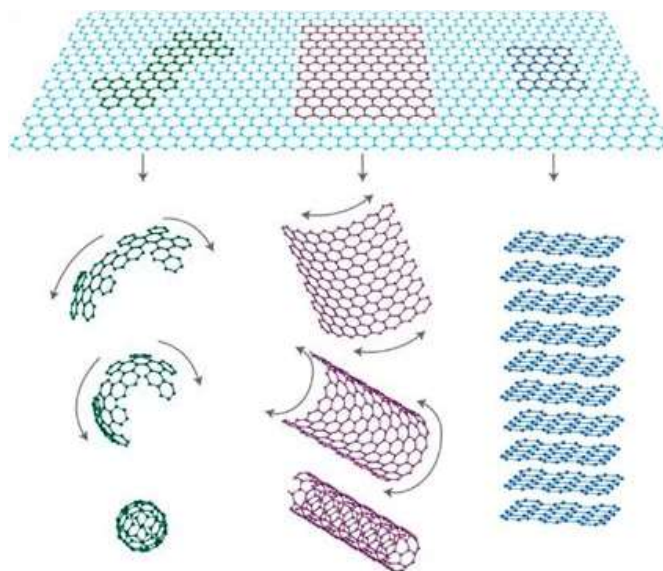
Flexibilidad. Debido a la gran elasticidad de este material, se le pueden dar formas muy diversas, lo que también permite una amplia gama de usos potenciales.

Alto grado de dificultad. Es tan duro que resulta casi imposible de rayar, lo que lo eleva a la categoría de diamante. Gracias a esta cualidad, tiene una gran resistencia al desgaste.

Densidad. No es posible que gases o líquidos atraviesen este material. Sí es posible que interactúe con otras sustancias. Gracias a esta propiedad, el grafeno puede utilizarse para crear nuevas sustancias a partir de su composición fundamental, ampliando así el alcance de sus aplicaciones potenciales.

Figura 7

La estructura del grafeno



2.2.3 Concreto.

La industria de la construcción utiliza ampliamente el material compuesto conocido como concreto. El producto final se compone de aglutinante, agua y diversos aditivos, como partículas (también llamadas agregados).

El cemento Portland es el más utilizado, pero cualquier aglutinante sintético puede servir. Al mezclar agua con cemento se obtiene pasta de cemento; al añadir arena se obtiene mortero, y con grava, concreto. El concreto se compone de cemento, arena, grava u otro árido, y agua. Tras darle forma, se deja endurecer, formando una masa sólida por el enlace químico entre las partículas del agregado y la pasta de cemento.

El concreto incluye agregados finos (arena), agregados gruesos (grava) y cemento Portland hidratado. Su calidad depende de los materiales, las proporciones y las condiciones durante el mezclado, compactación y curado. La estructura del concreto es heterogénea, lo que implica que sus propiedades varían según la dirección observada. Durante su fase blanda, la pasta puede moldearse antes de adquirir su forma final al endurecerse.

Cemento

Las propiedades aglutinantes del cemento le permiten unir materiales con una amplia gama de propiedades físicas. Se fabrica calcinando piedra caliza, arcilla y mineral de hierro hasta un punto de fusión de unos 1.482 °C. El cemento es una pasta hecha de materiales que han sido cuidadosamente seleccionados, extraídos, mezclados y calentados a alta temperatura. A continuación, se detallan las instrucciones para producir cemento.

Extracción: La producción de cemento requiere la extracción de varias materias primas antes de que puedan utilizarse en el producto final.

Trituración y prehomogeneización: La primera etapa para crear una mezcla uniforme consiste en triturar y combinar los distintos ingredientes.

Molienda: El proceso de trituración reduce la combinación de materias primas a polvo.

Homogeneización: La homogeneización consiste en separar las partículas en función de su tamaño y forma mediante cajas de aireación.

Intercambiador de calor: Durante la calcinación, se reduce la humedad de las materias primas y se aumenta la temperatura mediante un intercambiador de calor.

Horno rotatorio: El Clinker son los nódulos esféricos que se producen cuando la cal y la arcilla sufren una reacción química en un horno rotatorio.

Enfriamiento: Al enfriar el Clinker, se impide que parte de la cal libre se convierta en hidróxido y que el óxido de magnesio cristalice en forma de periclusa.

El mortero y el concreto, entre otros materiales de construcción, dependen en gran medida del cemento.

Tipos de cemento

Las propiedades de los diversos tipos de cementos que se comercializan en el mercado determinan los tipos de cementos que produce el Perú, los cuales satisfacen las necesidades del mercado. Los requisitos de las normas nacionales e internacionales, como las establecidas por la ASTM, han sido cumplidos en su totalidad por éstos. Del mismo modo, existen diferentes cementeras, pero cada una de ellas cumple la misma función. Por este motivo, existen muchos tipos de cemento que pueden satisfacer distintas necesidades, como puede verse en el cuadro que figura a continuación, en el que se comparan los distintos tipos de cemento que existen actualmente en el mercado.

Tabla 1

Tipos de cemento

Tipo	ASTM	Descripción
Tipo I	C 150-84	Portland Común
Tipo II	C 150-84	Portland con moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación
Tipo III	C 150-84	Portland de endurecido rápido
Tipo IV	C 150-84	Portland de bajo calor de hidratación
Tipo V	C 150-84	Portland resistente al sulfato
Tipo IP	C 595-83 a	Portland puzolánico de 15 a 40% de puzolana

Agregado:

Los agregados, una forma de material granular, son necesarios con frecuencia en los proyectos de construcción. Existen principalmente dos tipos de agregados: finos y

gruesos. Los agregados gruesos son los que son demasiado grandes para pasar por un tamiz del N.º 4 (4,75 mm), mientras que los agregados finos son los que pasan por el tamiz sin problemas.

Si quiere construir concreto de alta calidad, debe asegurarse de que los agregados que utiliza cumplen todas las normas y criterios técnicos pertinentes. Los agregados pueden proceder de fuentes muy diversas, como limos o materiales reciclados.

Agregado fino:

Los agregados que atraviesan un tamiz N.º 4 con una abertura inferior a 4,75 mm pueden utilizarse en mortero y concreto. Estos agregados se forman cuando las rocas se descomponen, ya sea de forma natural o intencionada. Tanto la arena de mina como la de aluvión son fuentes aceptables de agregados finos.

La granulometría, densidad y absorción de agua de los agregados finos son tres cualidades físicas que influyen en el producto final. La forma y la textura de los áridos finos influyen en la cantidad de agua de amasado necesaria para alcanzar un determinado nivel de asentamiento. Sin embargo, estas características también afectan a la cantidad de agua necesaria para lograr un nivel de asentamiento determinado, la resistencia del concreto puede utilizarse como predicción de cómo cambiará la relación agua-material cementante con distintos agregados finos.

Agregados gruesos:

Son aquellos que pasarían a través de un tamiz N.º 4 con una abertura de 4,75 mm, se utilizan habitualmente en la producción de mortero y concreto. Estos agregados se forman cuando las rocas se descomponen, ya sea de forma natural o intencionada. Los agregados gruesos, como la grava o el agregado triturado, están formados por partículas considerablemente mayores que el tamaño del agregado fino. El producto final se ve afectado por los agregados gruesos de diversas maneras, entre las que se incluyen las siguientes: tamaño de las partículas, densidad, absorción de agua, forma y textura.



Asegúrese de que las partículas gruesas que elige son las adecuadas si quiere obtener buenos resultados con su concreto.

Agua:

El proceso de hidratación del cemento desencadena una reacción en cadena que, en última instancia, da lugar al desarrollo de las cualidades físicomecánicas del concreto. Al final, la formación de las características del concreto es la consecuencia de esta reacción en cadena. En las siguientes secciones encontrará información sobre la función del agua en el concreto:

Porción agua y cemento presente en una mezcla concreta se denomina relación agua-cemento. Cuando hay una proporción elevada de agua y cemento, las estructuras resultantes son frágiles y se dañan fácilmente con presiones externas. Las propiedades de fraguado y endurecimiento del concreto proceden de la interacción del agua con el cemento, que comprime el cemento y los agregados en una masa sólida.

La resistencia del concreto fresco puede verse afectados por la temperatura del agua utilizada en la mezcla. El concreto debe colocarse a temperaturas entre 10 y 16 grados Celsius, siendo 32 grados Celsius el máximo absoluto permitido por algunas normas. El agua de curado se utiliza para mantener un nivel de humedad constante en el concreto recién vertido, evitando que se seque y se agriete. El agua de curado se añade al concreto recién vertido para mantenerlo húmedo durante un tiempo predeterminado.

En conclusión, el agua es un componente extremadamente importante del concreto, tanto por sus cualidades mecánicas como físicas. Al escribir una tesis sobre el concreto, hay que prestar especial atención a la proporción de agua utilizada en la mezcla, la temperatura del agua y el proceso de curado.

Aire:

La incorporación de aire al concreto durante el mezclado mejora su resistencia al hielo-deshielo, durabilidad y trabajabilidad. El primer paso en este proceso es añadir aire,



y su proporción se mide como porcentaje del volumen total. Para determinar la cantidad de aire en el concreto recién mezclado, se utiliza una medición del desplazamiento volumétrico por variación de presión. También se puede medir el aire en el concreto endurecido. Controlar el volumen de aire es esencial para garantizar la calidad y durabilidad de la estructura.

Método de formado del concreto

La expresión "método de formación del concreto" describe los pasos utilizados para obtener la forma y las proporciones requeridas mezclando y disponiendo los diversos componentes del concreto. He aquí algunas de las muchas formas en que puede fabricarse el concreto:

Losas, muros y columnas pueden fabricarse con la ayuda del método de construcción conocido como "vertido". Cuando se realiza un vertido, se utiliza concreto líquido. El procedimiento consiste en verter la mezcla de concreto en moldes o formas de la forma y dimensión adecuadas.

Los edificios situados a gran altura o en lugares inaccesibles son candidatos ideales para la técnica de construcción por proyección. La mezcla de concreto se proyecta a gran velocidad sobre la superficie de la estructura que se está construyendo mediante una manguera o boquilla. Esto se hace para que se agoten todos los ingredientes de la mezcla.

La inyección es un procedimiento versátil que puede utilizarse tanto para la creación de componentes geométricos complicados como para la restauración de estructuras dañadas. Cuando se reparan grietas o cavidades, la mezcla de concreto se vierte en moldes que ya tienen la forma deseada o se inyecta en la zona bajo una presión extrema.

La técnica Tremie se utiliza generalmente para verter concreto en cimientos excepcionalmente profundos o cuando se vierte concreto bajo el agua. Se sumerge un



tubo o manguera en agua o tierra y, cuando se vierte en él la mezcla de concreto, el tubo o manguera se eleva fuera del agua o tierra. El concreto se vierte en la manguera o tubo de esta manera hasta que se llena.

En pocas palabras, un "método de encofrado de concreto" es cualquier técnica utilizada para moldear el concreto en la forma y proporciones requeridas mediante la manipulación de sus partes constituyentes. Esto se hace para que el concreto adquiera la forma ideal. Hay muchas formas de moldear el concreto, cada una con sus ventajas e inconvenientes según la naturaleza de la estructura que se vaya a realizar.

2.2.3.1 Los agregados

Conjunto de partículas inorgánicas, que pueden tener su origen en la naturaleza o en un medio sintético, y que tienen unas dimensiones que entran dentro de los criterios establecidos en la NTP 400.011 pero que no van más allá de dichos parámetros. El origen de estas partículas puede estar en la naturaleza o en un medio sintético. Se puede hacer una comparación entre los agregados del concreto y el tiempo discontinuo que existe en el mundo. Una vez mezclados con la pasta, Estos componentes son responsables del 62-78% del volumen total de la composición del concreto. (CONTRERAS DELGADO, 2014).

Resulta que, (SOLARES, 2008), Los áridos satisfacen las normas de calidad relativas a granulometría, forma y aplicación en la construcción. Estos áridos se generan mediante el proceso de pulverización o desintegración natural de la roca. La roca triturada es otro nombre para el material conocido como agregado. Estos agregados se consideran de excelente calidad, ya que pueden satisfacer criterios de calidad en cuanto a granulometría, forma y uso en la construcción. Los criterios de calidad que se cumplen son: granulometría, forma y uso en la construcción. En consecuencia, su utilización en el proceso de construcción no comprometerá en modo alguno la solidez de la obra en su conjunto y podrá llevarse a cabo sin trabas.



Los minerales granulares inertes que se encuentran en la naturaleza se denominan colectivamente "agregados". Pueden encontrarse en una enorme variedad de tamaños y formas, y no tienen ninguna característica definitoria que los diferencie unos de otros. El tamaño de las partículas mayoritarias de un agregado puede servir de referencia y establecer un límite para el rango de finura o tosquedad potencial cuando se utiliza un tamiz para evaluar si un agregado es fino o grueso. Esto puede conseguirse dividiendo el agregado en varios tamaños diferentes. Los materiales que se consideran agregados finos pasan a través de un tamiz n.º 3/8 pero son retenidos por un tamiz n.º 200. Los materiales considerados limos pasan a través de un tamiz n.º 200 pero son retenidos por un tamiz n.º 3/8. Los materiales considerados arcillas pasan a través de un tamiz n.º 3/8 pero son retenidos por un tamiz n.º 200.

Para producir productos acabados de la mayor calidad posible, es esencial prestar mucha atención tanto al proceso de selección de los agregados como a la forma en que éstos se tratan. Esto se debe a que los agregados constituyen al menos el 75% de todo el volumen del concreto. La razón se explica en la siguiente frase. Es bastante difícil construir elementos como el concreto, el mortero o los ladrillos sin emplear antes agregado como ingrediente principal de la construcción. Los agregados que se utilizan en la mezcla de concreto son los que pueden endurecerse y adquirir solidez estructural tras unirse al cemento y al agua. Esto ocurre después de utilizar los agregados en la mezcla. Para lograr este objetivo, se aplica pasta para acercar los distintos agregados entre sí.

A continuación, se enumeran las principales funciones que desempeñan los agregados:

Proporcionar un sustituto de bajo coste para los huecos del componente cementante. Además de las fuerzas que se aplican, proporcionan un conjunto de partículas que pueden sobrevivir también a la abrasión, la humedad y la intemperie.



La pasta de cemento se expandirá y contraerá un poco durante las etapas de fraguado y endurecimiento. Hay que intentar disminuir estos impactos en la medida de lo posible.

Los agregados naturales pueden utilizarse tal cual, o pueden tratarse (triturándolos, por ejemplo) antes de utilizarlos. Cuando se trata de actuar como aglutinante y aumentar la resistencia del concreto, el agregado grueso triturado es muy superior al natural. El precio más barato del agregado natural lo convierte en el material preferido para la mayoría de los proyectos de construcción.

Los procedimientos químicos utilizados para fabricar agregados no conducen a la producción de porosidades indeseables, ya que los agregados no incluyen partículas orgánicas, sales, limos ni arcillas. Los agregados naturales, manufacturados, finos y gruesos son opciones viables para su uso en la producción de concreto. Los agregados artificiales utilizados en la fabricación de concreto vendrán determinados en gran medida por el uso previsto del material.

a. Clasificación del agregado.

Agregado natural.

El término "agregados naturales" se refiere a los tipos de agregados que se producen en la superficie de la Tierra como resultado de estos procesos. Estas técnicas pueden utilizarse para producir sustancias cotidianas como arena y grava. (SOLARES, 2008).

Agregado artificial.

Los agregados derivados de procesos y productos industriales, como las arcillas expandidas y las escorias de alto horno, pueden tener una densidad diferente a la de los agregados convencionales. (RIVERA, 2002).

Los agregados manufacturados se crean triturando diversas rocas en canteras u otros lugares, mientras que los agregados naturales se separan en función de su granulometría.



b. Clasificación de los agregados según su tamaño

Agregado Fino:

Este concepto utiliza arena o piedra natural lo suficientemente fina como para pasar por un tamiz del nº 4; como resultado, satisface los requisitos establecidos por la NTP. (Rivera, 2002).

(Rivera, 2002) La producción de agregados finos puede producirse como consecuencia de la trituración de rocas o del procesamiento de conglomerados con una débil adherencia.

Clasifica como los agregados finos en:

- Arena gruesa
- Arena fina

Agregado Grueso

Se considerará que el material ha superado con éxito la prueba si es capaz de atravesar el tamiz no. 4 con una abertura de 4,75 mm después de haber sido fracturado por la naturaleza o por un instrumento, y si también cumple las normas que se describen en la NTP 400.037. Este criterio debe cumplirse para que se considere que el material ha pasado. Esto es válido tanto para sustancias naturales como artificiales.

De acuerdo con las especificaciones de RNE E.060, el agregado grueso que se utiliza en la producción de concreto puede consistir en grava natural o grava artificial triturada (2014). Se recomienda encarecidamente el uso de grava natural. Si es factible, las partículas deben tener una textura rugosa, y no deben incluir partículas de cal, compuestos químicos ni cualquier otra cosa que pueda ser peligrosa. Además, las partículas no deben incluir ninguna sustancia adicional que pueda ser potencialmente dañina.

Clasificar los agregados gruesos en:

- Grava
- Piedra

Módulo de Finura:

las sugerencias, así como la proporción de la sustancia que consiguió pasar por cada uno de los tamices descritos anteriormente. A continuación, divide ese número por la cantidad total que se midió por primera vez, que previamente se fijó en 100. Así obtendrá la respuesta. Esto te dará la respuesta. A continuación, puedes calcular la proporción del material que consiguió atravesar cada uno de los tamices utilizando esta información. De este modo obtendrá el porcentaje global del material que pasó por cada tamiz. Así obtendrá el % global de material que ha pasado por cada tamiz. Esto le proporcionará el porcentaje total de material que logró pasar por cada uno de los tamices enumerados anteriormente. Esto le proporcionará el porcentaje total del material que logró pasar a través de cada filtro. Según TORRES (2004), el valor hallado puede servir como aproximación fiable de la cantidad total de finura. (TORRES, 2004).

Tamaño Máximo:

Los agregados pasarán o no el tamiz de laboratorio en función de los diámetros de las ranuras del tamiz. (RIVERA, 2002)

Densidad:

La densidad de un material viene determinada por una serie de elementos, dos de los cuales son la cantidad de espacios de aire que se incluyen en el interior de la sustancia, así como los pesos específicos de sus distintos componentes. Una de las características de la materia es su densidad. Para elaborar una mezcla de concreto que pueda utilizarse, es importante determinar la densidad de los agregados. Para ello, se puede utilizar una báscula. Un material de baja densidad será casi seguro poroso y, en consecuencia, frágil. Además, absorberá muy bien los líquidos. (RIVERA, 2002).

Absorción Y Porosidad

Según (TORRES, 2004), La idea de "porosidad", tomada del término "poro", se refiere al espacio vacío que hay dentro de las partículas que componen el agregado. De la palabra "poro" procede la palabra "porosidad". El término "porosidad" derivó originalmente de la palabra "poro". El término "porosidad" se derivó de la palabra "poro",



de donde procede la palabra "poro". La composición de la roca influye considerablemente en otras muchas propiedades, como su resistencia mecánica, estabilidad química, resistencia a la abrasión, elasticidad, gravedad específica, absorción y permeabilidad, por citar sólo algunas. Éstas son sólo algunas de las características que pueden verse afectadas por la composición de las rocas.

Peso Unitario:

Para determinar la masa de las partículas agregadas, se divide el peso de cada partícula por el volumen total de las partículas agregadas. Este cálculo se realiza para determinar el peso de las partículas agregadas. Este cálculo tiene en cuenta el volumen del espacio vacío entre las partículas. El resultado es el peso unitario del agregado expresado como fracción. Dado que la disposición de las partículas del agregado tiene un efecto tan sustancial en el peso unitario, este aspecto del agregado se considera casi siempre una característica relativa.

El valor obtenido se utiliza en determinadas metodologías de diseño de mezclas para determinar las cantidades adecuadas de árido que deben emplearse, asimismo hacer las conversiones de cantidad de unidades de peso a unidades de volumen y viceversa. (Pasquel Carbajal, 1998, p. 74) La obtención de cinco mediciones separadas del peso unitario suelto en proporciones de muestra de agregado representativas del agregado almacenado a diferentes profundidades es la mejor manera de tener en cuenta las posibles variaciones de segregación y limitar el margen de error. Este es el aspecto más crítico a tener en cuenta. "Un valor de peso unitario de agregado adecuado para fabricar concreto se sitúa entre 1.500 y 1.700 kg/m³". (Pasquel Carbajal, 1998, página 76).

Humedad:

El agua retenida en la superficie del agregado es clave para su calidad, ya que influye en la expansión del agua en la mezcla de concreto. Por ello, es fundamental conocer el porcentaje de absorción del agregado para ajustar la dosificación y asegurar



que el contenido de agua sea exacto. Esto se logra midiendo el porcentaje de absorción. (Pasquel Carbajal, 1998, p. 77).

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Concreto

NTP 331.017 (1978) La arcilla es un agregado mineral, compuesto mayormente por silicatos de aluminio hidratados. Es plástica al estar pulverizada y saturada, rígida cuando seca, y adquiere una textura vidriosa al ser cocida a unos 1000°C.

2.3.2 Pasta

NTP 331.017 (1978) señala que "Es la Unidad de Albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno".

2.3.3 Cemento

NTP 331.017 (1978) la define como "Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente al 75% o más de área bruta de la misma sección".

2.3.4 Escoria de acero

El uso de escorias de acero en el concreto puede mejorar considerablemente su sostenibilidad, la reducción de residuos y su durabilidad. Es necesario seguir investigando sobre los beneficios de la escoria de acero y evaluar su seguridad antes de que pueda adoptarse de forma generalizada como material de construcción ecológico.

2.3.5 Grafeno

El grafeno podrá mejorar significativamente el rendimiento, la durabilidad y la seguridad de los materiales de construcción. Sin embargo, para garantizar su eficacia y viabilidad a largo plazo es esencial seguir investigando y evaluando en profundidad las propiedades del grafeno y su seguridad en la construcción.



2.3.6 Agregado

Un agregado es un conjunto de partículas minerales que se añaden al concreto y mortero para mejorar resistencia y reducir costos, representando hasta el 80% de su volumen.

2.3.7 Granulometría

NTP 331.017 (1978) "Extremadamente pobre tanto en términos de resistencia como de durabilidad. Adecuado para su uso en proyectos de albañilería en condiciones de servicio con un número limitado de requisitos".

2.3.8 Peso unitario de los agregados

NTP 331.017 (1978) "Débil tanto en términos de resistencia como de durabilidad. Adecuado para su uso en edificios de mampostería en circunstancias normales de trabajo.

2.3.9 Diseño de mezclas

NTP 331.017 (1978) Resistencia y durabilidad de nivel medio. Adecuado para su uso en la construcción de mampostería para una variedad de propósitos.

2.3.10 Dosificación

NTP 331.017 (1978) "Resistencia extrema a la tracción y a la tensión. Adecuado para su uso en la construcción de mampostería, incluso en las situaciones de servicio más exigentes".

2.3.11 Resistencia a la compresión

NTP 331.017 (1978) Niveles extremadamente altos tanto de resistencia como de durabilidad. Adecuado para su uso en edificios de mampostería incluso en las situaciones operativas más exigentes.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

El método de diseño experimental es una metodología científica que facilita la organización y realización de pruebas de manera eficaz. Con el objetivo de generar conclusiones fiables sobre la forma en que los factores independientes influyen en una variable dependiente, implica la selección cuidadosa de las variables, la asignación aleatoria de los tratamientos, la recogida de datos y el análisis estadístico de los mismos. (Gomez Rojas, 2020)

3.2 Método de la investigación

El uso de esta metodología garantiza que los resultados de la investigación científica sean objetivos y reproducibles (Reyes, 2022). Para el propósito de esta investigación, se utiliza el método científico para investigar las diversas formas en que la escoria de acero y el grafeno influyen en las características mecánicas del hormigón ordinario.

3.3 Nivel y tipo de la investigación

3.3.1 Nivel de la investigación

El descubrimiento de las relaciones entre las variables y cómo se producen es el objetivo principal de la investigación científica de nivel explicativo. Además, el investigador está obligado a hacer más que simplemente registrar datos o confirmar un vínculo. El objetivo general del estudio es deducir los procesos o causas detrás de las variables que afectan a ciertos resultados. El análisis estadístico sofisticado o los procedimientos experimentales, junto con el desarrollo y la evaluación de hipótesis causales, son esenciales para establecer vínculos causales entre las variables en estudio. (Reyes, 2022). El objetivo de este proyecto es realizar una investigación que permita dar una explicación. La investigación evaluará el porcentaje de escoria de acero y grafeno que se agrega al hormigón estándar.

3.3.2 Tipo de la investigación

Los investigadores suelen recurrir a metodologías de investigación aplicada cuando necesitan abordar problemas o satisfacer necesidades del mundo real. A diferencia de la investigación básica o pura, que tiene como único objetivo comprender los principios subyacentes de un fenómeno, la investigación aplicada tiene como objetivo aplicar su conocimiento a la solución de dificultades específicas en dominios como la educación. (Referencia: Castro Maldonado et al. (1923)). El propósito de este estudio experimental es descubrir cómo el cambio de las cantidades de escoria de acero y grafeno agregadas al hormigón en diferentes puntos del proceso de fabricación afecta su resistencia a la compresión. El objetivo, aplicando mediciones numéricas y análisis estadístico, es identificar los componentes que son independientes entre sí y la naturaleza de la relación entre una variable que se ve afectada por otras variables.



3.4 Población y muestra

3.4.1. Población.

(Sampieri R. H., 2014), Explica que la población se define como todas las ocurrencias que cumplen con los criterios especificados que restringen el alcance del estudio. Las personas en el área alrededor de Puno servirán como sujetos de este estudio. La población del estudio consiste en muestras de concreto resistente de 210 kg/cm² fabricadas en el área de San Román.

3.4.2. Muestra.

(Maravi Lindo, 2004) afirma que los investigadores toman en cuenta un subconjunto de la población o del globo en estudio al definir una muestra. Las personas que conformaron el grupo de investigación no son diferentes. Se cree que el investigador puede contactar fácilmente con este subconjunto en particular. La muestra de concreto utilizada para la investigación tenía una resistencia de $f'c = 210$ kg/cm². Fue elaborada en la región de San Román e incluía 0,5 y 1,0% de escoria de acero y 1% y 3% de grafeno.

3.5 Técnicas e instrumentos de investigación para la recolección de datos

3.5.1. Técnicas.

En la investigación científica, la elección de técnicas adecuadas para la recolección de datos es crucial, ya que permite obtener información precisa y relevante que garantiza la validez y confiabilidad de los resultados. Según Arias (2012), una "técnica" puede entenderse como un conjunto de procedimientos específicos aplicados para obtener datos o información de interés en un estudio determinado. Estas técnicas permiten al investigador sistematizar los procesos de recolección de datos, contribuyendo a la estandarización y replicabilidad del estudio. Para el desarrollo de este trabajo, se han seleccionado y aplicado normas técnicas reconocidas en el ámbito de la ingeniería de



materiales y la construcción, asegurando que los procedimientos cumplan con los requisitos técnicos y de calidad esperados en la industria. A continuación, se describen las principales técnicas empleadas:

- **NTP 400.012, Análisis Granulométrico:** Esta técnica, basada en la Norma Técnica Peruana (NTP), se utiliza para determinar la distribución de tamaños de partículas en una muestra de agregado. La granulometría es fundamental en el diseño de mezclas de concreto, ya que influye en la trabajabilidad, cohesión y resistencia del material final. El análisis granulométrico clasifica las partículas según su tamaño y permite optimizar la mezcla de agregados, minimizando los vacíos y maximizando la densidad del concreto, lo que se traduce en un mejor desempeño estructural.
- **NTP 400.017, Peso Unitario:** El peso unitario de un material es una medida de su densidad en condiciones específicas de compactación. Este parámetro es esencial en el cálculo de las proporciones de mezcla, ya que el peso unitario influye en la determinación de la cantidad de material necesario para obtener una mezcla homogénea. En esta investigación, se determinó el peso unitario tanto en el estado seco como en el estado compactado del agregado, proporcionando datos importantes para el diseño y control de calidad de la mezcla.
- **NTP 400.021, Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso:** La determinación del peso específico y la absorción de agua en el agregado grueso permite conocer las características de los agregados y su interacción con la pasta de cemento en la mezcla. Este ensayo es importante para garantizar que la relación agua/cemento sea adecuada, lo cual afecta directamente la durabilidad y resistencia del concreto. Los resultados obtenidos son fundamentales para ajustar la cantidad de agua en la mezcla y optimizar sus propiedades mecánicas.
- **NTP 400.022, Peso Específico y Absorción del Agregado Fino:** Similar al análisis realizado con el agregado grueso, esta técnica permite evaluar el peso específico y la absorción del agregado fino, parámetros necesarios para el cálculo exacto de la

relación agua/cemento en la mezcla. Esto asegura la estabilidad y calidad del concreto, evitando problemas de consistencia y segregación.

- **NTP 339.185, Contenido de Humedad:** La humedad en los agregados influye directamente en la cantidad de agua que se debe añadir a la mezcla. El contenido de humedad es esencial para realizar los ajustes necesarios en la dosificación de agua, evitando variaciones en la relación agua/cemento y asegurando que el concreto alcance la resistencia deseada. Este ensayo se realizó antes de la mezcla para identificar el agua presente en los agregados y evitar excedentes que puedan debilitar el concreto.
- **Comité 211.1 del ACI, Diseño de Mezcla:** Siguiendo las directrices establecidas por el American Concrete Institute (ACI), esta metodología se utilizó para formular una mezcla de concreto que cumpla con las especificaciones de resistencia y trabajabilidad requeridas para el proyecto. Este diseño considera factores como el tipo de cemento, la calidad y cantidad de agregados, la cantidad de agua y aditivos, y las condiciones de exposición del concreto.
- **NTP 339.034, Prueba de Resistencia a la Compresión:** Esta prueba es uno de los indicadores de calidad más importantes en el concreto. La resistencia a la compresión proporciona información sobre la capacidad del concreto para soportar cargas sin experimentar fallas estructurales. Se realizó una serie de pruebas de compresión en muestras de concreto a diferentes edades, lo que permite verificar que el diseño de mezcla cumpla con los requerimientos de resistencia especificados en el proyecto.

3.5.2. *Instrumentos de recolección de datos investigación*

La elección de instrumentos de recolección de datos es otro aspecto crucial en el proceso investigativo, ya que estos representan las herramientas con las cuales el investigador recopila, mide y registra la información. Los instrumentos deben ser válidos



y fiables, de modo que los datos obtenidos sean consistentes, precisos y representativos del fenómeno en estudio. Para Hamodi, López y López (2015), los instrumentos son los medios que permiten al investigador reunir de manera sistemática los datos esenciales para el análisis, y pueden incluir encuestas, análisis de datos documentales y de producción, y observación en campo, entre otros.

En este estudio, los instrumentos utilizados se detallan a continuación:

- **Encuestas:** Este instrumento fue utilizado para recoger información directa de los participantes involucrados en el estudio. Las encuestas son una herramienta útil para captar percepciones, opiniones y actitudes, y en este caso, se emplearon para recoger información de los operarios y técnicos involucrados en el proceso de mezcla y aplicación del concreto, obteniendo datos que aportan contexto a los resultados técnicos.
- **Análisis de datos documentales y de producción:** Este método permite extraer información cuantitativa y cualitativa de documentos previos, reportes de producción, guías técnicas y otros registros históricos. A través del análisis documental, se logró contextualizar los hallazgos de la investigación y validar los procedimientos empleados con base en experiencias previas documentadas en literatura técnica y reportes de campo.
- **Observación en campo:** La observación directa es una técnica que permite al investigador registrar de manera inmediata las condiciones y procesos en el lugar donde se desarrolla la investigación. En este estudio, la observación en campo fue empleada para supervisar y verificar las condiciones de los materiales y la aplicación de los procedimientos técnicos en condiciones reales. Esta técnica aportó un nivel adicional de verificación, permitiendo identificar posibles variaciones entre los ensayos de laboratorio y las condiciones de obra.

Toda la información recolectada fue registrada y sistematizada utilizando formatos diseñados específicamente para este estudio. Estos formatos incluyeron plantillas para el

registro de datos de los ensayos de laboratorio y observación en campo, asegurando así una uniformidad en el manejo de los datos y facilitando su posterior análisis. La elección de los instrumentos responde a la necesidad de obtener una visión integral de las propiedades de los materiales y del proceso de mezcla y aplicación del concreto, integrando tanto datos técnicos cuantitativos como observaciones cualitativas que enriquecen la interpretación de los resultados.

3.6 Plan de recolección y procesamiento de datos

Para formular la estrategia de estudio se siguieron los procesos que se exponen en cada una de las etapas que se van a tratar a continuación.

ETAPA I: PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE LOS MATERIALES.

ESCORIA DE ACERÍA.

Las escorias de acerías son subproductos generados durante la fabricación de acero y se caracterizan por contener minerales como óxidos de calcio, hierro, silicio, aluminio, y trazas de otros elementos. Estas escorias, debido a su composición química y propiedades físicas, tienen un gran potencial para ser utilizadas en la construcción, específicamente en la elaboración de concreto. A continuación, se detallan algunas de las propiedades clave de las escorias de acerías y su aplicación en la producción de concreto:

Propiedades de la escoria de acería

- **Composición química:** Las escorias de acerías contienen principalmente óxidos de calcio (CaO), óxidos de silicio (SiO₂), óxidos de hierro (Fe₂O₃), y óxidos de aluminio (Al₂O₃). Estos elementos contribuyen a las propiedades cementantes de la escoria cuando se utiliza en concreto.
- **Resistencia mecánica:** Las escorias tienen una alta resistencia mecánica, lo que las convierte en un buen sustituto parcial de los agregados tradicionales en la mezcla de concreto.



- **Actividad puzolánica:** Aunque no todas las escorias tienen propiedades puzolánicas, algunas pueden reaccionar con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento, mejorando así la durabilidad del concreto.
- **Densidad:** La densidad de las escorias de acerías es generalmente más baja que la de los agregados naturales, lo que puede resultar en la producción de concretos más ligeros.
- **Estabilidad química:** Las escorias de acería son químicamente estables y no suelen generar reacciones perjudiciales en el concreto, aunque algunas veces pueden presentar compuestos solubles que podrían afectar la durabilidad si no se procesan adecuadamente.
- **Durabilidad y resistencia a ataques químicos:** Las escorias ayudan a mejorar la durabilidad del concreto, ya que contribuyen a la resistencia frente a ataques químicos, como la reacción álcali-sílice.
- **Sostenibilidad:** El uso de escorias de acerías promueve la reutilización de un subproducto industrial, lo que reduce el impacto ambiental de la industria del acero y disminuye la explotación de recursos naturales.

GRAFENO.

Es un material compuesto por una sola capa de átomos de carbono dispuestos en una estructura hexagonal, que lo convierte en uno de los materiales más innovadores y versátiles conocidos hasta ahora.

Propiedades del Grafeno

1. **Altísima resistencia mecánica:** El grafeno es aproximadamente 200 veces más fuerte que el acero, lo que lo convierte en el material más resistente conocido en términos de relación peso-resistencia.
2. **Elasticidad y flexibilidad:** A pesar de su extraordinaria resistencia, el grafeno es extremadamente flexible, lo que le permite adaptarse a deformaciones sin romperse, manteniendo su integridad estructural.



3. **Ligereza:** El grafeno es un material extremadamente liviano, con una densidad mucho menor que la mayoría de los materiales utilizados en la construcción, lo que lo hace muy atractivo para aplicaciones donde se necesita resistencia sin añadir mucho peso.
4. **Conductividad térmica:** El grafeno tiene una capacidad excepcional para conducir el calor, lo que puede contribuir a mejorar las propiedades térmicas de los materiales con los que se mezcla.
5. **Conductividad eléctrica:** También es un excelente conductor de electricidad, lo que abre posibilidades para la creación de concretos que puedan ser utilizados en aplicaciones donde se requiera conductividad eléctrica.
6. **Impermeabilidad:** El grafeno es casi completamente impermeable, lo que significa que los líquidos y gases no pueden atravesar fácilmente su estructura, lo que puede mejorar la resistencia del concreto a la penetración de agua y otros líquidos.
7. **Resistencia a la corrosión:** El grafeno es químicamente resistente y no se corroe fácilmente, lo que puede extender la vida útil de las estructuras de concreto reforzadas con grafeno, especialmente en ambientes agresivos.
8. **Durabilidad:** El grafeno es muy duradero y resiste el desgaste, lo que lo hace ideal para aplicaciones donde se requiere una larga vida útil del material.

CANTERA ISLA.

La investigación utiliza agregado natural (piedra triturada) extraído de la cantera Isla, ubicada a 10 km de Juliaca, con acceso difícil. La extracción puede realizarse de forma artesanal o con maquinaria pesada. También se encuentra agregado en la vegetación circundante, como paja y hierba. Coordenadas de la cantera Isla: 368244.00 m E – 8288759.00 m S.

Figura 8

Ubicación Cantera isla



Esto significa que, independientemente de cuántas veces se repita una operación en rápida sucesión, Debe mantenerse la congruencia entre los resultados derivados de una muestra idéntica y el aparato de medición.

✓ **Muestreo De Agregado**

Figura 9

Cuarteo del material



ETAPA II: Propiedades de los agregados

Se ha establecido que estos aspectos de la investigación se llevarán a cabo.

Los ensayos se realizarán de acuerdo a los criterios señalados en la Norma Técnica Peruana, así como los señalados en la ACI 211 y ASTM, con el fin de proporcionar resultados que sean óptimos y aceptables. Esto garantizará que los ensayos se realicen correctamente. Los exámenes a realizar son los siguientes:

- Para identificar determinadas calidades, se llevarán a cabo pruebas de granulometría y de límite en sus formas respectivas.

❖ ENSAYOS PARA LOS AGREGADOS.

Contenido de humedad

Equipos:

- Balanza: Precisión de 0,1% para determinar el contenido de humedad.
- Recipiente de muestra: De aluminio, adecuado para contener la muestra.

Procedimiento:

- Colocar la muestra seca en el recipiente y pesar.
- Secar la muestra en horno por 24 horas.
- Pesar nuevamente y calcular la diferencia para obtener el contenido de humedad (%w).

$$\text{Fórmula: } \%w = (Ww/Wg) * 100.$$

Análisis granulométrico

Equipos:

- Mallas, balanza y horno.

Procedimiento:

- Tomar muestra y secar en horno.
- Tamizar la muestra y pesar el material retenido en cada tamiz.
- Calcular el % retenido y curva granulométrica.

Determinación del módulo de fineza

Calcular sumando los % acumulados retenidos y multiplicando por 100.

Peso específico y absorción del agregado grueso

Equipos:

- Balanza, tara, horno y tamices.

Procedimiento:

- Secar la muestra, pesar en estado saturado-superficialmente seco y bajo agua.
- Peso específico y absorción con las fórmulas correspondientes.

Peso unitario suelto

Equipos:

- Balanza, horno y recipientes cilíndricos.

Procedimiento:

- Recipiente con el agregado, nivelar y pesar.
- Peso unitario usando la fórmula:

$$P.U.S. = (\text{Peso del agregado}/\text{Volumen del recipiente}).$$

Resultados de cualidades física de agregados.

Tabla 2

Contenido de Humedad AF.

% HUMEDAD	
Muestra húmeda + Tarro	361.54
Muestra Seca + Tarro	348.16
Tarro	51.24
Muestra húmeda	310.3
Muestra Seco	296.92
Agua	13.38
% Humedad	4.51

La tabla siguiente presenta una muestra húmeda que pesa 310,3 gramos y el porcentaje de humedad que contiene. Como consecuencia de esto, se calculó un valor para el diseño de la mezcla que se denomina $f'c=210$ kg/cm² haciendo uso del contenido de humedad que se adquirió, que fue del 4,51%.

Tabla 3*Contenido de Humedad AG.*

%HUMEDAD	
Muestra húmeda + Tarro	393.27
Muestra Seca + Tarro	382.36
Tarro	50.48
Muestra húmeda	342.79
Muestra Seco	331.88
Agua	10.91
% Humedad	3.29

El peso de la muestra tras la exposición al agua se registró en 342,79 gramos, como se indica en la tabla siguiente, que comprende los resultados de un análisis realizado sobre el contenido de humedad de la muestra. El producto final tenía un porcentaje de humedad del 3,29% después de todo.

Ensayo de peso específico de agregados**ARENA**❖ **Peso específico:**

$$Pe = 2.56 \text{ gr/cm}^3$$

❖ **Absorción:**

$$Abs = 2.40 \%$$

GRAVA❖ **Peso específico:**

$$Pe = 2.56 \text{ g/cm}^3$$

❖ **Absorción:**

$$Abs = 1.03\%$$

Ensayos de peso unitarios sueltos**Tabla 4***P.U.S. del agregado fino.*



Peso Unitario AF (Suelto)			
P. del molde		5925 Gr	
Vol. del molde		2077 cm ³	
Colocación de muestra a molde		Caída libre	
P. molde + muestra suelta	9284.00 Gr	9264.00 Gr	9306.00 Gr
Peso de la muestra suelta	3359.00 gr	3339.00 gr	3381.00 gr
DMMS	1.617 Gr/Cm3	1.608 Gr/Cm3	1.627 Gr/Cm3
Promedio		1.618 Gr/Cm3	

Los resultados del peso unitario suelto del agregado fino (P.U.S.). Se realizaron tres pruebas con un molde de 2077 cm³, obteniéndose una densidad mínima promedio de 1.618 g/cm³ para la muestra seca, calculada a partir de los pesos sueltos medidos.

Tabla 5

P.U.S. del agregado grueso.

Peso Unitario AG (Suelto)			
Peso del molde		7142 Gr	
Vol. del molde		3200 Cm ³	
C. muestra a molde		Caída Libre	
P. molde + muestra suelta	12816.00 Gr	12786.00 Gr	12806.00 Gr
Peso de la muestra suelta	5674.00 Gr	5644.00 Gr	5644.00 Gr
DMMS	1.773 Gr/Cm3	1.764 Gr/Cm3	1.770 Gr/Cm3
Promedio		1.769 Gr/Cm3	

La tabla 5 presenta los resultados del peso unitario suelto del agregado grueso (P.U.S.). Usando un molde de 3200 cm³, se realizaron tres pruebas que arrojaron un promedio de densidad mínima de la muestra seca de 1.769 g/cm³, calculado a partir de los pesos medidos.

Ensayos de peso unitarios compactados

Tabla 6*P.U.C. del agregado fino.*

Peso Unitario Agregado Fino (Varillado)			
Peso del molde		5925 Gr	
Volumen del molde		2077 cm ³	
Nº de capas		3	
Nº de golpes por capa		25	
Peso molde + m. compactada	9763	9771	9775
Peso de la m. compactada	3838	3846	3850
DMS	1.847	1.851	1.853 Gr/Cm³
Promedio		1.851 Gr/Cm³	

En la tabla 6 se presentan los datos obtenidos en los diferentes experimentos realizados para estimar el peso unitario compactado del árido fino. En el transcurso de estos experimentos, se utilizaron un total de tres metodologías distintas, cada una de las cuales determinó el peso unitario seco compactado del árido fino. Para obtener las estadísticas finales, se utilizó como dato primario la media de cada uno de estos tres exámenes.

Tabla 7*P.U.C. del agregado grueso.*

Peso Unitario Agregado Grueso (Varillado)			
P. molde		7142 Gr	
Vol. molde		3200 cm ³	
Nº de capas		3	
Nº de golpes		25	
P. molde + m. compactada	13168	13175	13183
P. de la m. compactada	6026	6033	6041
DMS	1.883 Gr/cm³	1.885 Gr/cm³	1.888 Gr/cm³
Promedio		1.885	

La tabla 7 presenta los resultados obtenidos en la prueba de peso unitario compactado realizada con el árido grueso. Este ensayo consta de tres procedimientos distintos, cada uno de los cuales arroja el peso unitario seco compactado; el dato final se determina tomando la media de estos tres valores.

Ensayos granulométrico

Tabla 8

Análisis granulométrico del AG.

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
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"	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	1296.00	37.03	37.03	62.97	20 - 55 %
No4	2204.00	62.97	100.00	0.00	0 - 10 %
BASE	0.00	0.00	100.0	0.0	
TOTAL	3500.00	100.00			
% PÉRDIDA	0.00				

Tabla 9

Análisis Granulométrico del AF.

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF
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	123.62	24.72	24.72	75.28	80 - 100 %
No16	85.72	17.14	41.87	58.13	50 - 85 %
No30	98.22	19.64	61.51	38.49	25 - 60 %
No 50	117.40	23.48	84.99	15.01	10 - 30 %
No100	53.70	10.74	95.73	4.27	2-10%
No200	8.59	1.72	97.45	2.55	
BASE	12.75	2.55	100	0.00	
TOTAL	500.00	100.00			
% PÉRDIDA	2.55				

ETAPA III: Diseño de mezcla por el método ACI 211

Determinación de la resistencia promedio:

$$F'C = 210$$

Asentamiento:

Slump: 3"-4".



Agua de diseño (según tabla): 205 lts/m³.

Aire incorporado: 2.0%.

Relación Agua/Cemento (a/c):

De acuerdo a la interpolación:

$$a/c=0.56a/c = 0.56a/c=0.56$$

Cálculo del contenido de cemento:

$$c=366\text{kg/m}^3$$

Agregado grueso (P_AG):

Volumen absoluto del agregado grueso calculado:

$$AG=1115\text{kg/m}^3$$

Peso del agregado fino (AF):

$$AF=541\text{kg/m}^3$$

Dosificación por peso:

Cemento: 42.50 kg

AF HMD: 65.66 kg

AG HMD.: 133.65 kg

Agua: 19.56 kg

ETAPA IV: Resistencia a la compresión

Este ensayo, que mide el comportamiento del concreto y proporciona datos que posteriormente se utilizarán en la construcción de estructuras, es uno de los tipos de ensayo más comunes que se llevan a cabo. Las probetas cilíndricas de hormigón se utilizan como patrón de medida para determinar su resistencia.

Figura 10

Resistencia a la compresión



3.7 Procesamiento de Datos

Durante todo el proceso de análisis de datos, que incluye la interpretación de resultados y la elaboración de tablas, gráficos y cálculos, se emplearán herramientas matemáticas. Estas pruebas se llevarán a cabo siguiendo protocolos confiables para asegurar la precisión y validez de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación y análisis de resultados

4.1.1. Dosificación de elementos según diseño de mezclas

Obtención de datos de ensayos realizados en laboratorio, descritas en los capítulos anteriores se utilizaron en el proceso de formulación del diseño de la combinación. Para este diseño se utilizó cemento sur, o cemento IP de la marca RUMI; las fichas técnicas del fabricante proporcionaron las especificaciones y estadísticas de este cemento.

a. Resultados sobre atributos de los agregados

Tabla 10

Características de agregados.

DESCRIP.	A. GRUESO	A. FINO
P.e SSS	2.56	2.56
P.U. Compactado	1885	1851
P.U. Suelto	1769	1617
% Absorción	1.03	2.40
% de Humedad	3.29	4.51
Módulo Fineza	-	3.09

Tabla 11*Dosificación según diseño de mezclas*

ELEMENT.	PESO SECO (Kg/m ³)	VOLUMEN PESO SECO	PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
H ₂ O	205	0.56	169	0.46
A. Grueso	1114	3.04	1151	3.14
A. Fino	541	1.48	565	1.54
Aire	2.0 %		2.0%	

La tabla muestra la dosificación de los elementos del concreto, incluyendo cemento, agua, agregados grueso y fino, y aire atrapado, tanto en peso seco como en peso húmedo. Cada componente tiene su respectiva proporción en volumen para asegurar una mezcla balanceada. Se observa un contenido de aire del 2.0%, utilizado para mejorar la durabilidad.

Tabla 12*Dosificación de los elementos empleados.*

MATERIAL	PROPORCIÓN (%)	PESO (KG/M ³)
Cemento	-	366 kg/cm ³
Agua	-	205 kg/cm ³
Ag. Grueso	-	1114 kg/cm ³
Ag. Fino	-	541 kg/cm ³
Escorias de Acerías	0.5%	1.83 kg/cm ³
Escorias de Acerías	1.0%	3.66 kg/cm ³
Grafeno	1.0%	3.66 kg/cm ³
Grafeno	3.0%	10.98 kg/cm ³

La tabla muestra la dosificación de cemento, agua y agregados, junto con la incorporación de escorias de acerías y grafeno. Las escorias se añaden en proporciones del 0.5% y 1.0%, mientras que el grafeno se incorpora en 1.0% y 3.0%. Estas adiciones buscan mejorar la resistencia y durabilidad del concreto, evaluando su impacto en las propiedades mecánicas

4.1.2. Resultado sobre la resistencia a la compresión, con empleo de escorias de acerías.

A. Resistencia Muestra patrón

Tabla 13

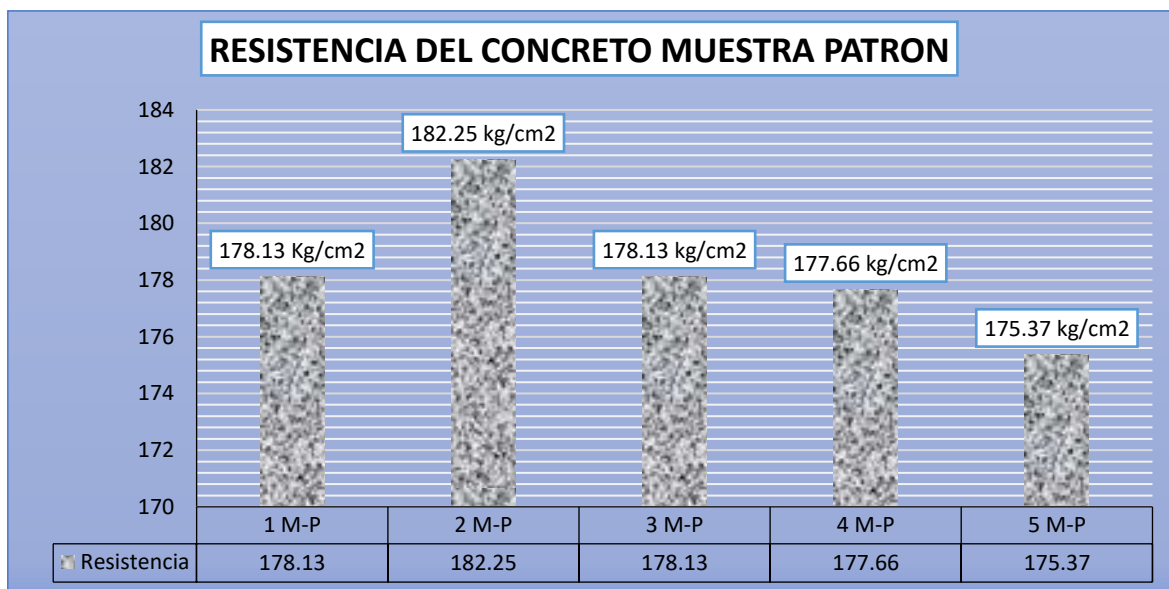
Resistencia del concreto, muestra patrón después de 7 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
1 MP	31395	178.13	7	178.31 kg/cm ²
2 MP	32120	182.25	7	
3 MP	31520	178.13	7	
4 MP	31312	177.66	7	
5 MP	30908	175.37	7	

Los resultados de la resistencia de un concreto de diseño $f'c=210$ kg/cm² a los 7 días para una muestra patrón (MP). Se registran valores (Kg) y el esfuerzo compresivo (Kg/cm²), destacando una media de 178.31 Kg/cm².

Figura 11

Resistencia alcanzada en 7 días, de secado muestra patrón.



La resistencia de la muestra patrón de concreto en 7 días, con estimaciones que oscilan entre 175.37 kg/cm² y 182.25 kg/cm². Se compara cinco mediciones, destacando la máxima resistencia en la segunda muestra (182.25 kg/cm²).

Tabla 14

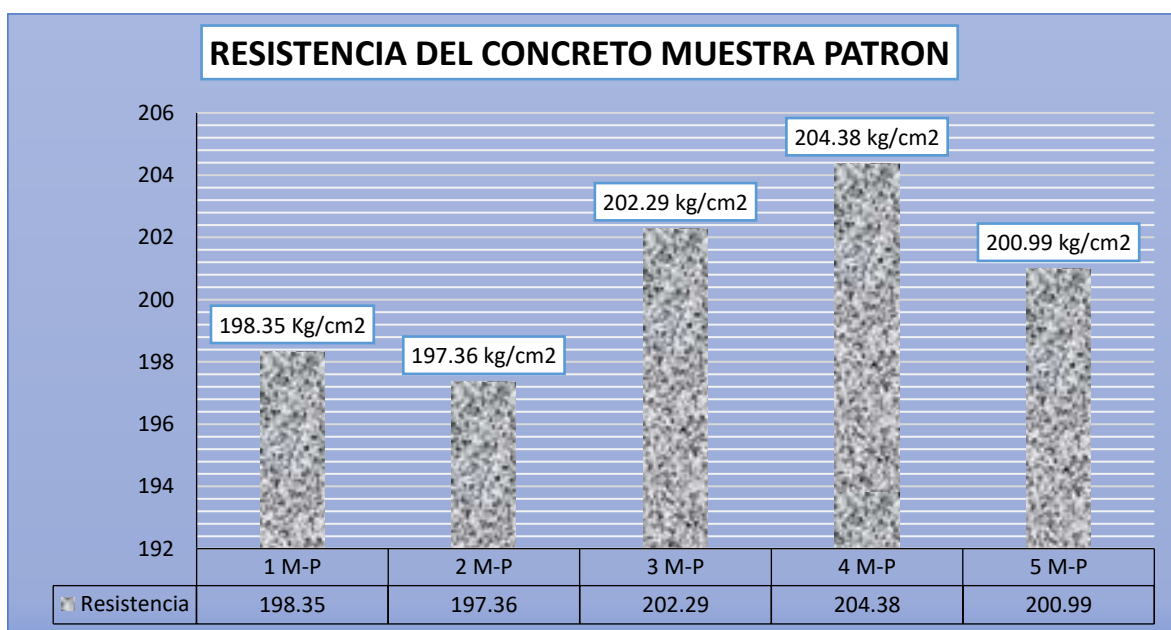
Resistencia del concreto, muestra patrón después de 14 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
1 MP	34958	198.35	14	200.68 kg/cm ²
2 MP	34784	197.36	14	
3 MP	35796	202.29	14	
4 MP	36165	204.38	14	
5 MP	35423	200.99	14	

La tabla presenta la resistencia de un concreto de diseño $f'_c=210$ kg/cm² a los 14 días para una muestra patrón (MP). Se muestran los valores de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con promedio de 200.68 kg/cm². Los resultados individuales varían entre 197.36 kg/cm² y 204.38 kg/cm².

Figura 12

Resistencia alcanzada durante 14 días, de secado muestra patrón.



La figura muestra la resistencia de muestra patrón de concreto durante 14 días, con valores entre 197.36 kg/cm² y 204.38 kg/cm². La figura destaca las variadas resistencias en cinco mediciones, con media de 200.68 kg/cm².

Tabla 15

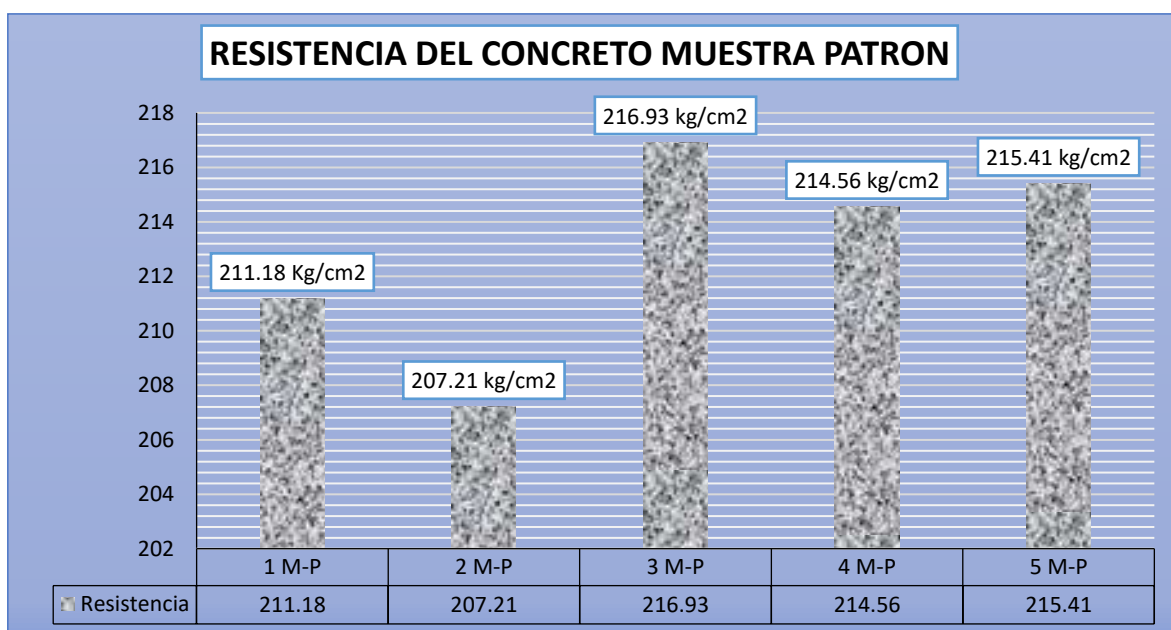
Resistencia del concreto, muestra patrón después de 28 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
1 MP	37369	211.18	28	213.06 kg/cm ²
2 MP	36665	207.21	28	
3 MP	38232	216.93	28	
4 MP	37814	214.56	28	
5 MP	38116	215.41	28	

Los resultados de la resistencia de concreto de diseño $f'c=210$ kg/cm² en 28 días para una muestra patrón (MP). Se registran los valores de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con media de 213.06 kg/cm². Los resultados individuales varían entre 207.21 kg/cm² y 216.93 kg/cm².

Figura 13

Resistencia durante 28 días, de secado muestra patrón.



La resistencia de la muestra patrón de concreto lograda en 28 días, con datos que varían entre 207.21 kg/cm² y 216.93 kg/cm². El gráfico resalta las diferencias en resistencia entre cinco mediciones, con promedio de 213.06 kg/cm².

Resistencia del concreto + escoria de acerías

Tabla 16

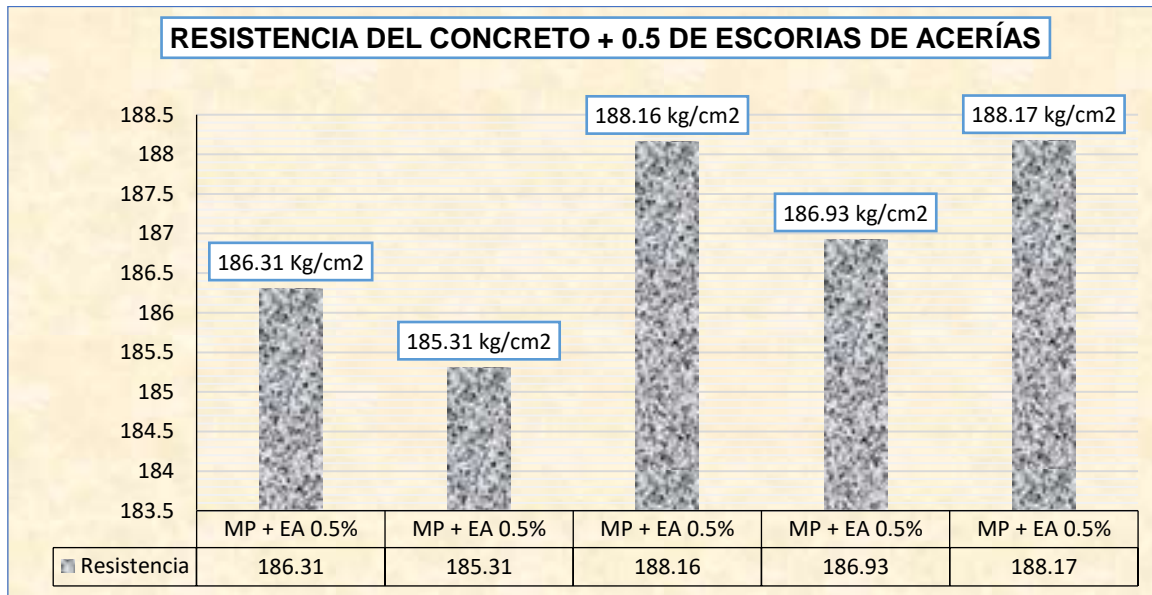
Resistencia del concreto + 0.5 de escorias de acerías después de 7 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + EA 0.5%	32967	186.31	7	186.98 kg/cm ²
MP + EA 0.5%	32659	185.31	7	
MP + EA 0.5%	33162	188.16	7	
MP + EA 0.5%	32946	186.93	7	
MP + EA 0.5%	33297	188.17	7	

La tabla presenta la resistencia de concreto + 0.5% de escorias de acerías lograda en 7 días. Se registran las de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con un promedio de 186.98 kg/cm². Los datos varían entre 185.31 kg/cm² y 188.17 kg/cm².

Figura 14

Resistencia lograda durante 7 días, de secado concreto + 0.5 de escorias de acerías.



La figura muestra la resistencia de concreto + 0.5% de escorias de acerías a los 7 días, con datos entre 185.31 kg/cm² y 188.17 kg/cm². El gráfico compara cinco mediciones, destacando una media de 186.98 kg/cm².

Tabla 17

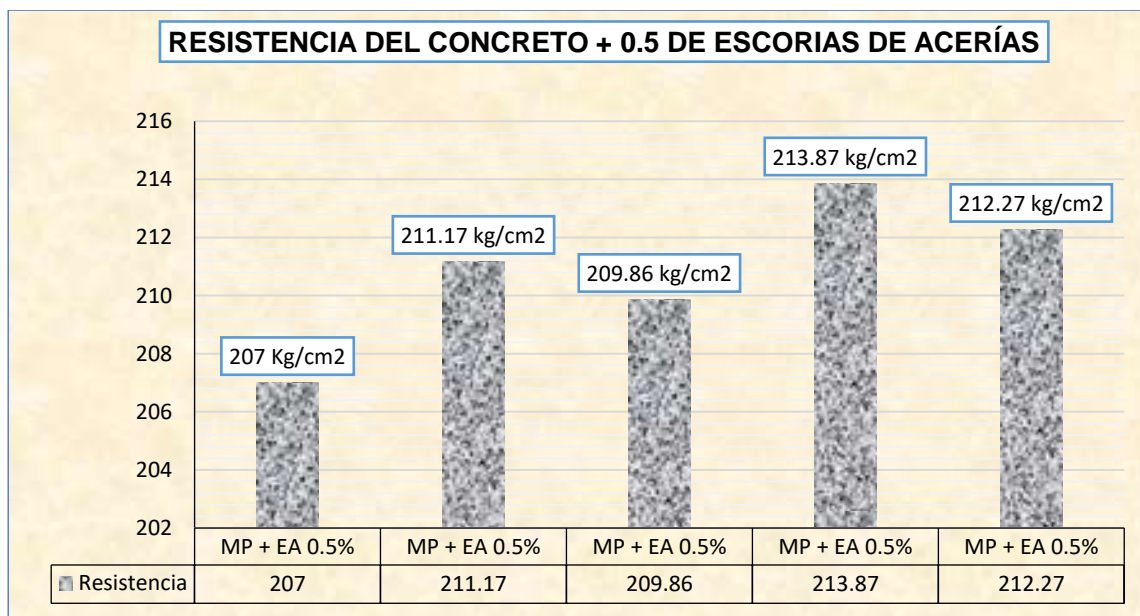
Resistencia del concreto + 0.5 de escorias de acerías después de 14 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + EA 0.5%	36628	207.00	14	210.83 kg/cm ²
MP + EA 0.5%	37367	211.17	14	
MP + EA 0.5%	36986	209.86	14	
MP + EA 0.5%	37694	213.87	14	
MP + EA 0.5%	37561	212.27	14	

La resistencia de concreto + 0.5% de escorias de acerías a los 14 días. Se muestran los datos de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con media de 210.83 kg/cm². Los resultaos varían entre 207.00 kg/cm² y 213.87 kg/cm².

Figura 15

Resistencia lograda durante 14 días, de secado concreto + 0.5 de escorias de acerías.



La figura muestra la resistencia de concreto + 0.5% de escorias de acerías logradas en 14 días, con datos que oscilan entre 207.00 kg/cm² y 213.87 kg/cm². El gráfico compara cinco mediciones, destacando un promedio de 210.83 kg/cm².

Tabla 18

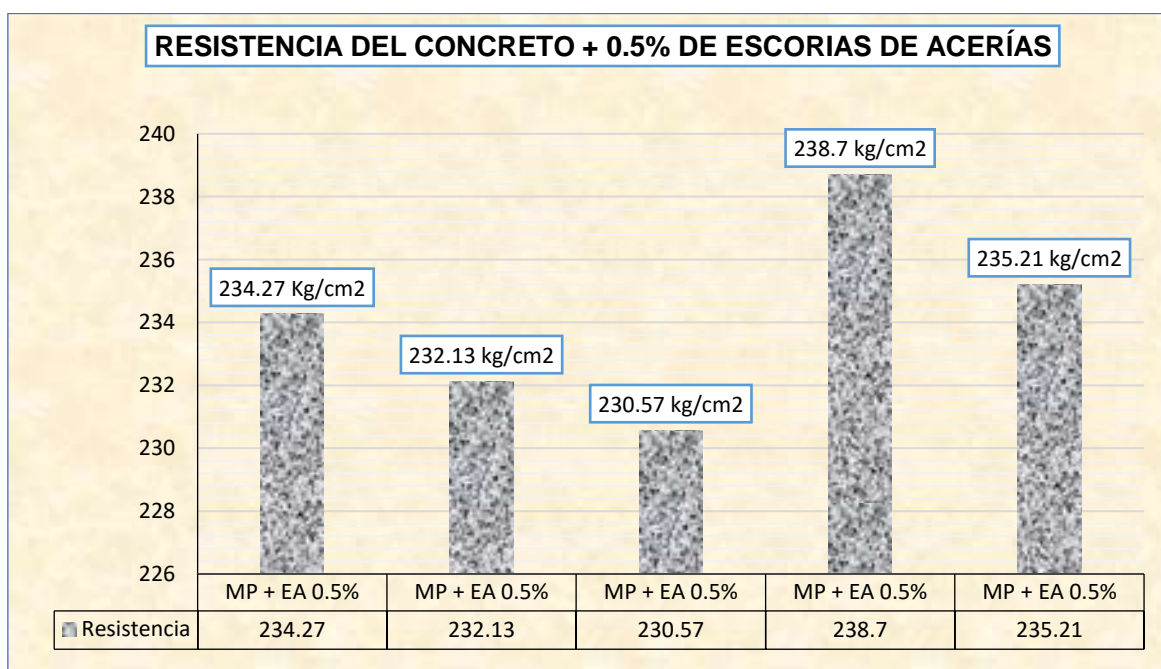
Resistencia del concreto + 0.5 de escorias de acerías después de 28 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + EA 0.5%	41454	234.27	28	234.18 kg/cm ²
MP + EA 0.5%	40912	232.13	28	
MP + EA 0.5%	40637	230.57	28	
MP + EA 0.5%	42069	238.70	28	
MP + EA 0.5%	41621	235.21	28	

La tabla muestra la resistencia de concreto + 0.5% de escorias de acerías a los 28 días. Se registran datos de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con media de 234.18 kg/cm². Los valores individuales varían entre 230.57 kg/cm² y 238.70 kg/cm².

Figura 16

Resistencia lograda durante 28 días, de secado concreto + 0.5% de escorias de acerías.



La resistencia de un concreto + 0.5% de escorias de acerías a los 28 días, con datos que oscilan entre 230.57 kg/cm² y 238.70 kg/cm². La figura compara cinco mediciones, destacando un promedio de 234.18 kg/cm².

Tabla 19

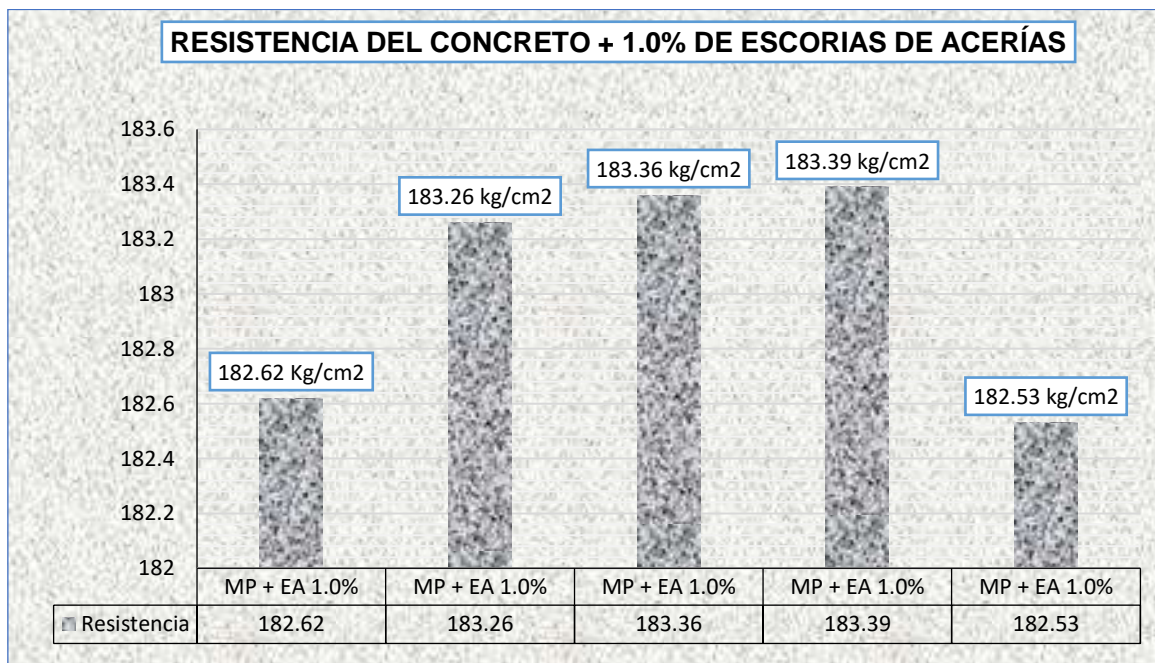
Resistencia del concreto + 1.0 de escorias de acerías después de 7 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + EA 1.0%	32315	182.62	7	183.03 kg/cm ²
MP + EA 1.0%	32299	183.26	7	
MP + EA 1.0%	32316	183.36	7	
MP + EA 1.0%	32322	183.39	7	
MP + EA 1.0%	32298	182.53	7	

La tabla presenta la resistencia de concreto + 1.0% de escorias de acerías durante 7 días. Se registran los datos de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con media de 183.03 kg/cm². Los datos varían entre 182.53 kg/cm² y 183.39 kg/cm².

Figura 17

Resistencia lograda durante 7 días, de secado concreto + 1.0 de escorias de acerías.



La figura muestra la resistencia del concreto + 1.0% de escorias de acerías durante 7 días, con datos que oscilan entre 182.53 kg/cm² y 183.39 kg/cm². El gráfico compara cinco mediciones, destacando un promedio de 183.03 kg/cm².

Tabla 20

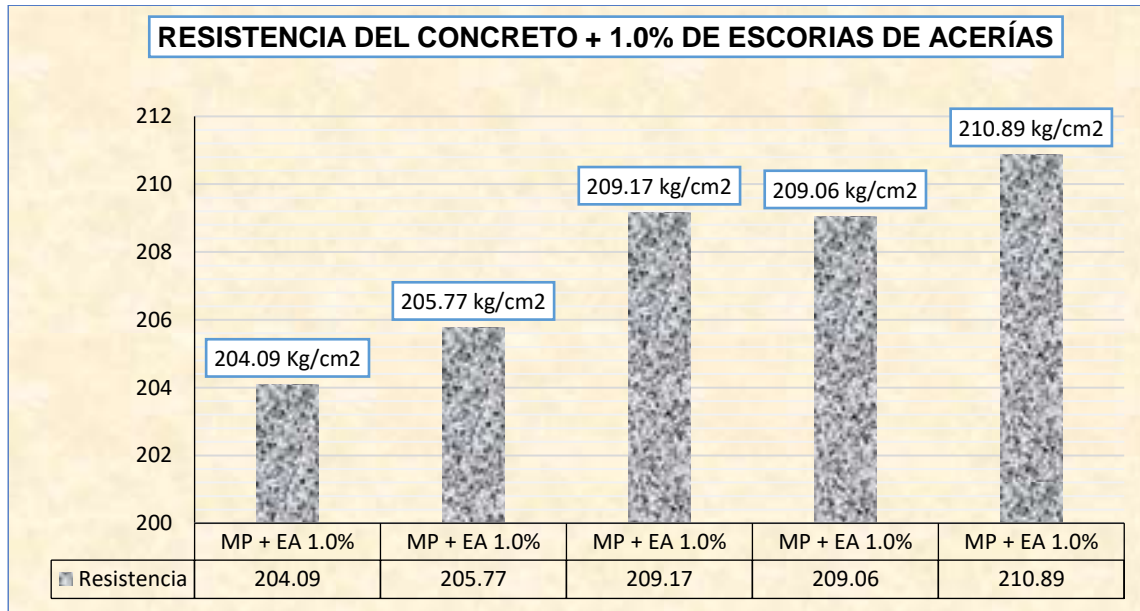
Resistencia del concreto + 1.0% de escorias de acerías después de 14 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + EA 1.0%	35970	204.09	14	207.79 kg/cm ²
MP + EA 1.0%	36265	205.77	14	
MP + EA 1.0%	37012	209.17	14	
MP + EA 1.0%	36845	209.06	14	
MP + EA 1.0%	37168	210.89	14	

La tabla muestra la resistencia del concreto + 1.0% de escorias de acerías a los 14 días. Se registran los datos de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con media de 207.79 kg/cm². Los resultados varían entre 204.09 kg/cm² y 210.89 kg/cm².

Figura 18

Resistencia lograda durante 14 días, de secado concreto + 1.0% de escorias de acerías.



La figura muestra la resistencia de concreto + 1.0% de escorias de acerías durante 14 días, con datos que oscilan entre 204.09 kg/cm² y 210.89 kg/cm². El gráfico compara cinco mediciones, destacando un promedio de 207.79 kg/cm².

Tabla 21

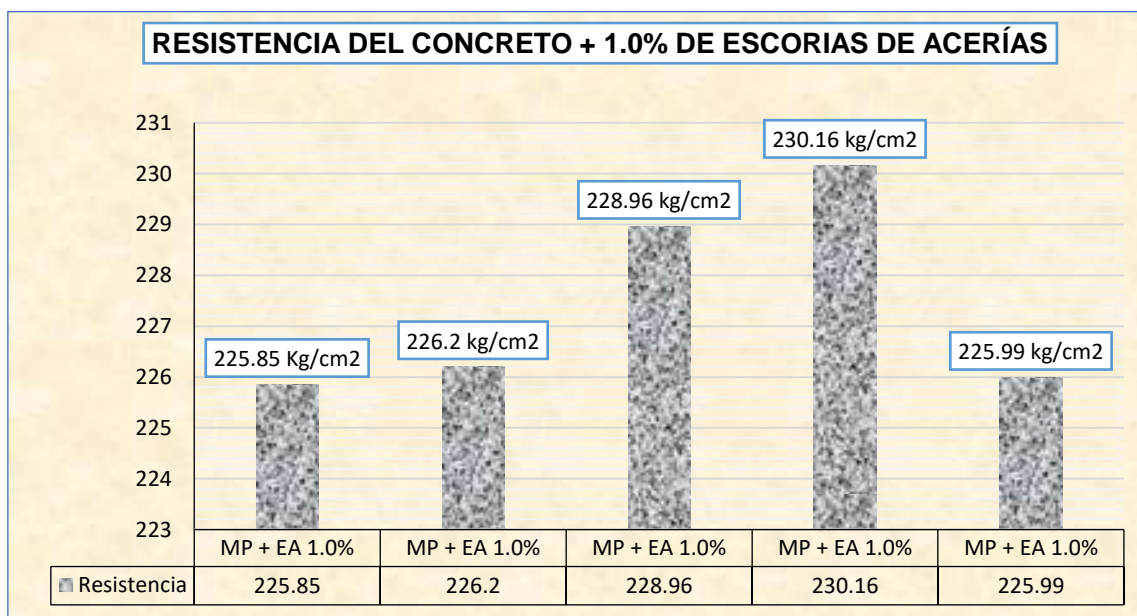
Resistencia del concreto + 1.0% de escorias de acerías después de 28 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + EA 1.0%	39965	225.85	28	227.43 kg/cm ²
MP + EA 1.0%	40026	226.20	28	
MP + EA 1.0%	40352	228.96	28	
MP + EA 1.0%	40565	230.16	28	
MP + EA 1.0%	39989	225.99	28	

La resistencia de concreto + 1.0% de escorias de acerías durante 28 días. Se muestran los datos de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con media de 227.43 kg/cm². Los resultados varían entre 225.85 kg/cm² y 230.16 kg/cm².

Figura 19

Resistencia lograda durante 28 días, de secado concreto + 1.0 de escorias de acerías.



La figura muestra la resistencia de concreto + 1.0% de escorias de acerías a los 28 días, con datos que oscilan entre 225.85 kg/cm² y 230.16 kg/cm². El gráfico compara cinco mediciones, destacando un promedio de 227.43 kg/cm².

4.1.3. Resultados sobre la resistencia del concreto con empleo de grafeno.

Tabla 22

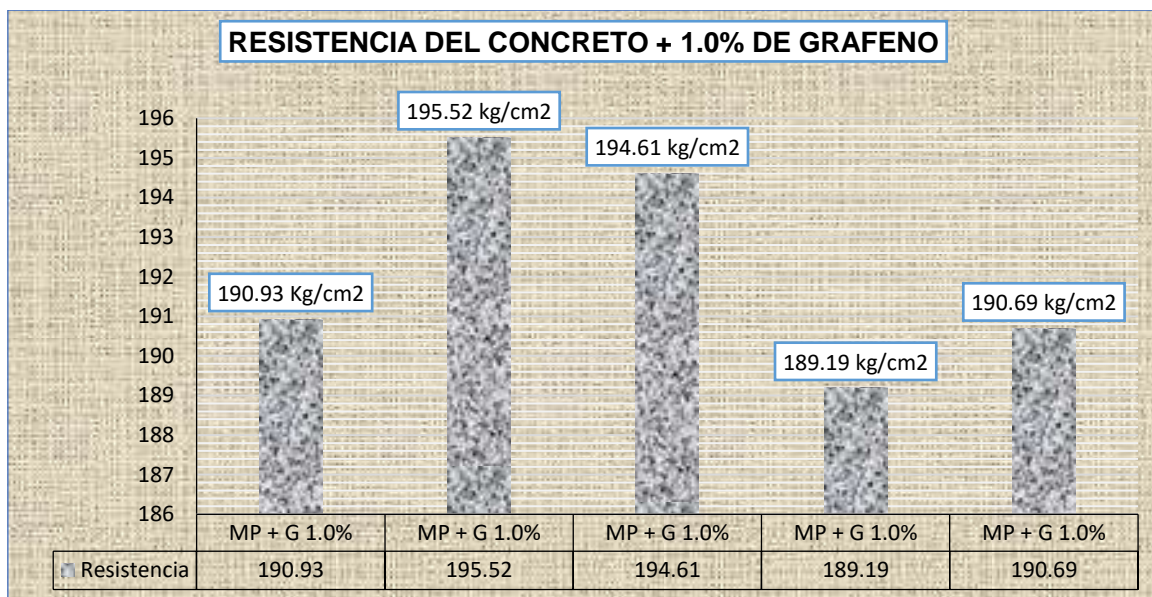
Resistencia del concreto + 1.0 de Grafeno después de 7 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + G 1.0%	33785	190.93	7	192.19 kg/cm ²
MP + G 1.0%	34459	195.52	7	
MP + G 1.0%	34298	194.61	7	
MP + G 1.0%	33477	189.19	7	
MP + G 1.0%	33608	190.69	7	

La resistencia del concreto + 1.0% de grafeno a los 7 días. Se registran los datos de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con media de 192.19 kg/cm². Los resultados individuales varían entre 189.19 kg/cm² y 195.52 kg/cm².

Figura 20

Resistencia lograda durante 7 días, de secado concreto + 1.0 de Grafeno.



La resistencia de concreto con 1.0% de grafeno durante 7 días, con datos que oscilan entre 189.19 kg/cm² y 195.52 kg/cm². El gráfico compara cinco mediciones, destacando un promedio de 192.19 kg/cm².

Tabla 23

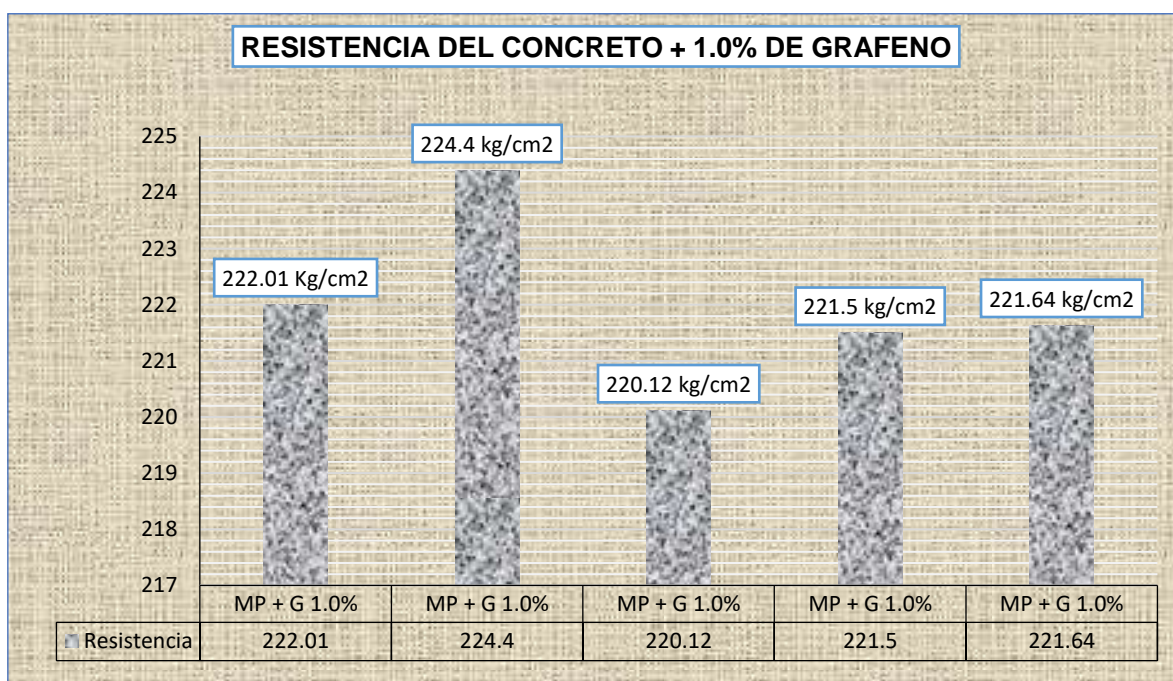
Resistencia del concreto + 1.0% de Grafeno después de 14 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + G 1.0%	39127	222.01	14	221.93 kg/cm ²
MP + G 1.0%	39549	224.40	14	
MP + G 1.0%	38950	220.12	14	
MP + G 1.0%	39195	221.50	14	
MP + G 1.0%	39063	221.64	14	

La tabla presenta la resistencia de concreto + 1.0% de grafeno durante 14 días. Se muestran los datos de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con media de 221.93 kg/cm². Los resultados varían entre 220.12 kg/cm² y 224.40 kg/cm².

Figura 21

Resistencia lograda durante 14 días, de secado concreto + 1.0% de Grafeno.



La resistencia de concreto con 1.0% de grafeno durante 14 días, con datos que oscilan entre 220.12 kg/cm² y 224.40 kg/cm². El gráfico compara cinco mediciones, destacando un promedio de 221.93 kg/cm².

Tabla 24

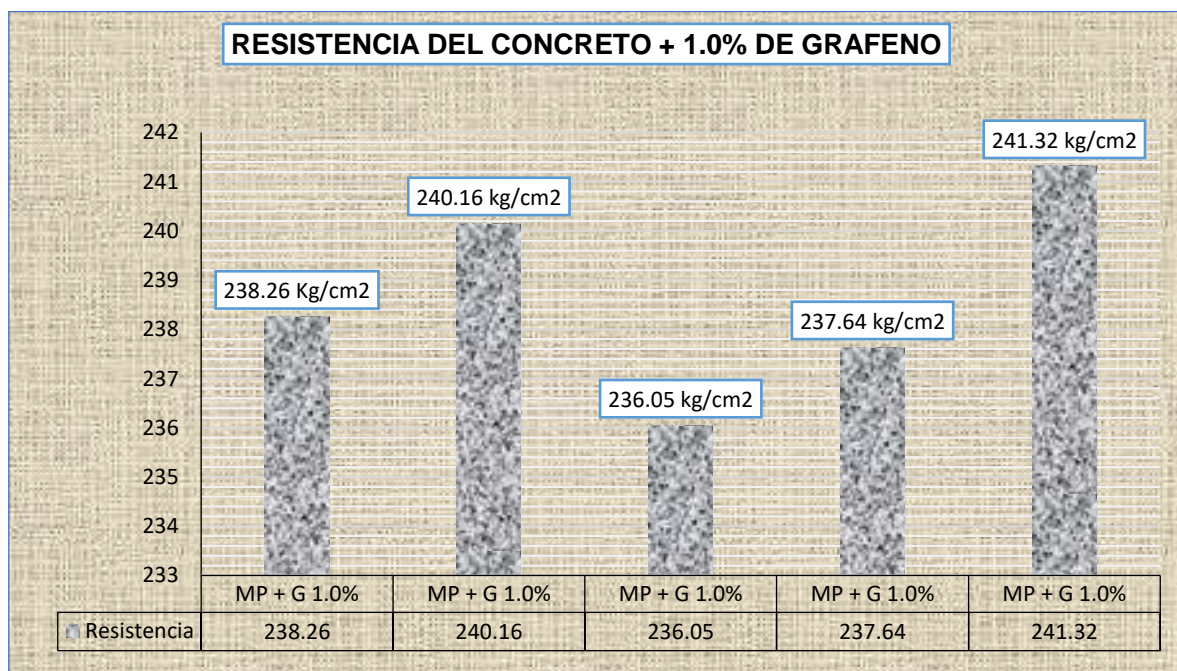
Resistencia del concreto + 1.0% de Grafeno después de 28 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + G 1.0%	41991	238.26	28	238.68 kg/cm ²
MP + G 1.0%	42327	240.16	28	
MP + G 1.0%	41825	236.05	28	
MP + G 1.0%	41882	237.64	28	
MP + G 1.0%	42701	241.32	28	

La resistencia de un concreto + 1.0% de grafeno a los 28 días. Se registran los datos de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con media de 238.68 kg/cm². Los resultados individuales varían entre 236.05 kg/cm² y 241.32 kg/cm².

Figura 22

Resistencia lograda durante 28 días, de secado concreto + 1.0% de Grafeno.



La resistencia de un concreto con 1.0% de grafeno a los 28 días, con resultados que oscilan entre 236.05 kg/cm² y 241.32 kg/cm². El gráfico compara cinco mediciones, destacando una media de 238.68 kg/cm².

GRAFENO 3%

Tabla 25

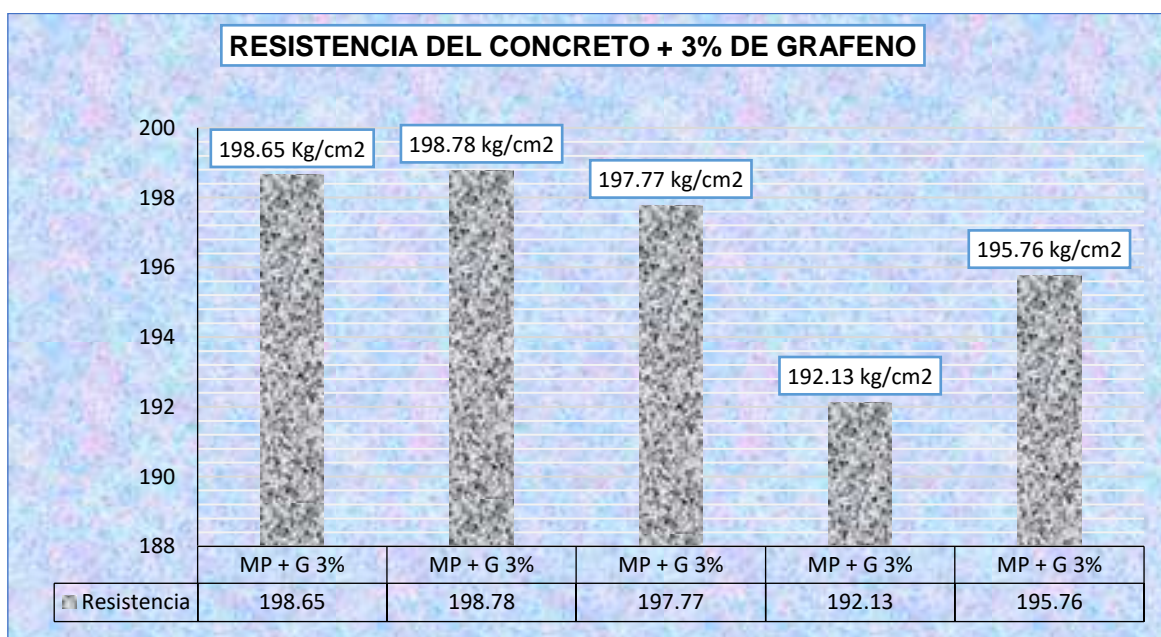
Resistencia del concreto + 3% de Grafeno después de 7 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + G 3%	35151	198.65	7	192.62 kg/cm ²
MP + G 3%	35033	198.78	7	
MP + G 3%	34856	197.77	7	
MP + G 3%	33998	192.13	7	
MP + G 3%	34502	195.76	7	

La resistencia de concreto + 3% de grafeno a los 7 días. Se registran los datos de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con un promedio de 192.62 kg/cm². Los resultados individuales varían entre 192.13 kg/cm² y 198.78 kg/cm².

Figura 23

Resistencia lograda durante 7 días, de secado concreto + 3% de Grafeno.



La resistencia de concreto + 3% de grafeno a los 7 días, con datos que oscilan entre 192.13 kg/cm² y 198.78 kg/cm². El gráfico compara cinco mediciones, destacando una media de 192.62 kg/cm².

Tabla 26

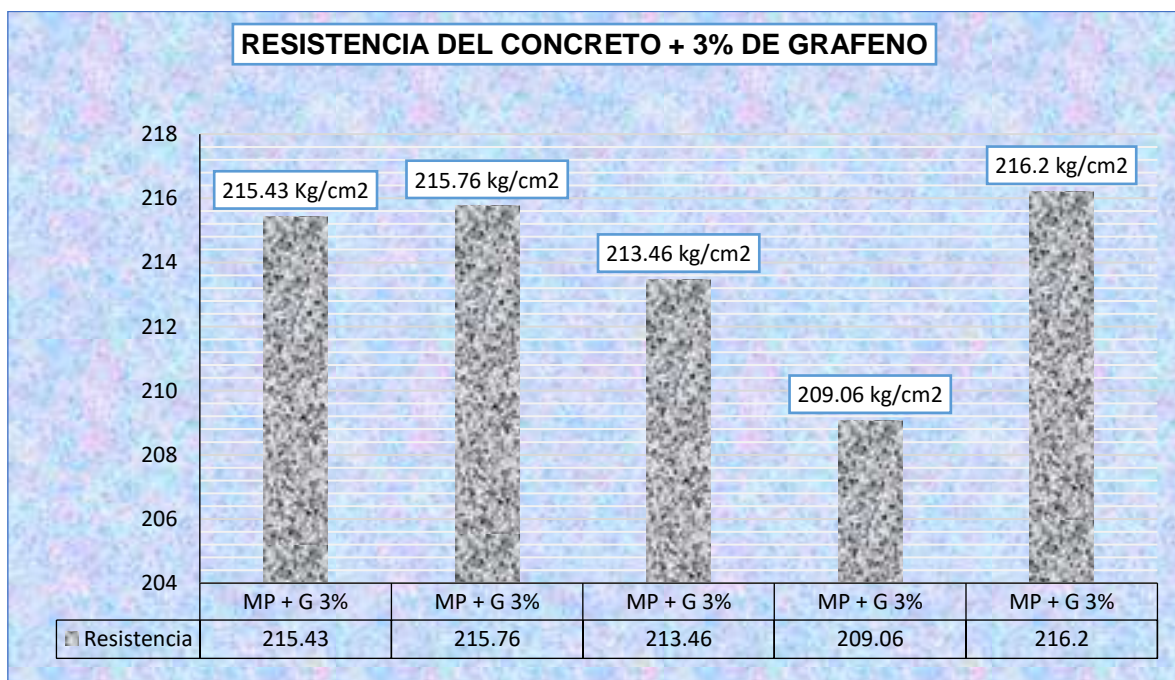
Resistencia del concreto + 3% de Grafeno después de 14 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + G 3%	37969	215.43	14	213.98 kg/cm ²
MP + G 3%	38026	215.76	14	
MP + G 3%	37771	213.46	14	
MP + G 3%	36993	209.06	14	
MP + G 3%	38103	216.20	14	

La tabla muestra la resistencia de concreto + 3% de grafeno durante 14 días. Se registran los datos de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con media de 213.98 kg/cm². Los resultados individuales varían entre 209.06 kg/cm² y 216.20 kg/cm².

Figura 24

Resistencia lograda durante 14 días, de secado concreto + 3% de Grafeno.



La figura muestra la resistencia a la compresión de un concreto con 3% de grafeno a los 14 días, con valores que oscilan entre 209.06 kg/cm² y 216.20 kg/cm². El gráfico compara cinco mediciones, destacando un promedio de 213.98 kg/cm².

Tabla 27

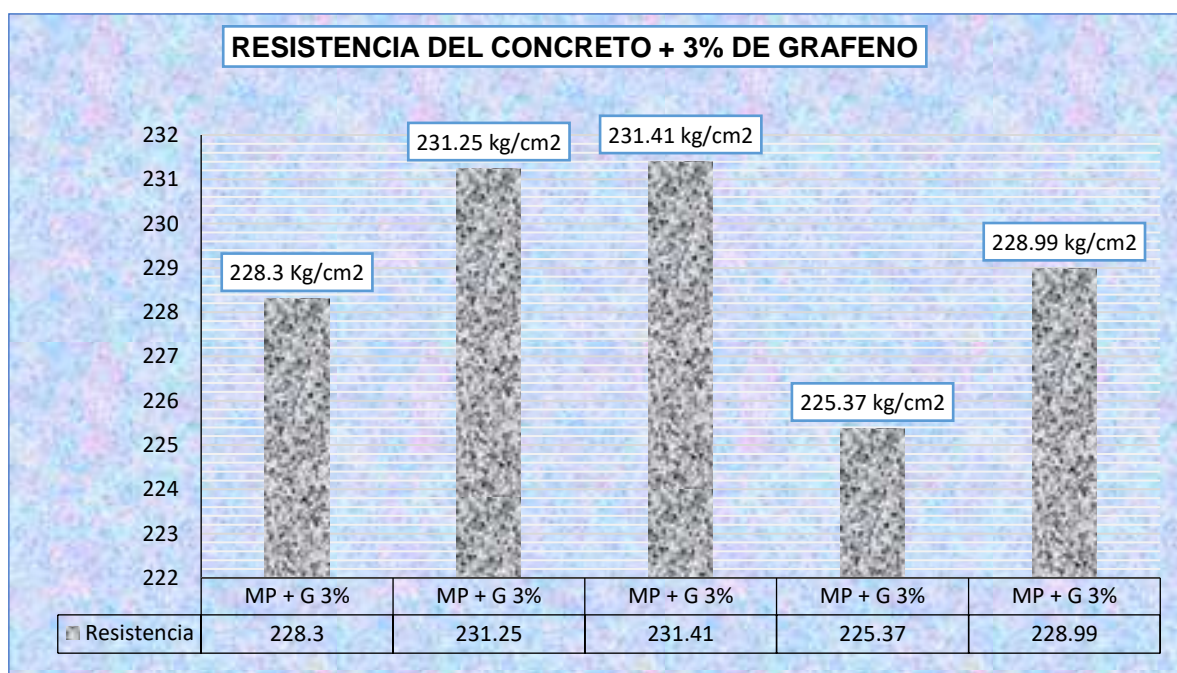
Resistencia del concreto + 3% de Grafeno después de 28 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm ²)	EDAD	PROMEDIO
MP + G 3%	40236	228.30	28	229.06 kg/cm ²
MP + G 3%	40756	231.25	28	
MP + G 3%	41002	231.41	28	
MP + G 3%	39720	225.37	28	
MP + G 3%	40520	228.99	28	

La tabla presenta la resistencia a la compresión de un concreto con 3% de grafeno a los 28 días. Se registran los valores de carga (Kg) y esfuerzo compresivo (Kg/cm²), con un promedio de 229.06 kg/cm². Los valores individuales varían entre 225.37 kg/cm² y 231.41 kg/cm².

Figura 25

Resistencia lograda durante 28 días, de secado concreto + 3% de Grafeno.



La figura muestra la resistencia a la compresión de un concreto con 3% de grafeno a los 28 días, con valores que oscilan entre 225.37 kg/cm² y 231.41 kg/cm². El gráfico compara cinco mediciones, destacando un promedio de 229.06 kg/cm².

Tabla 28

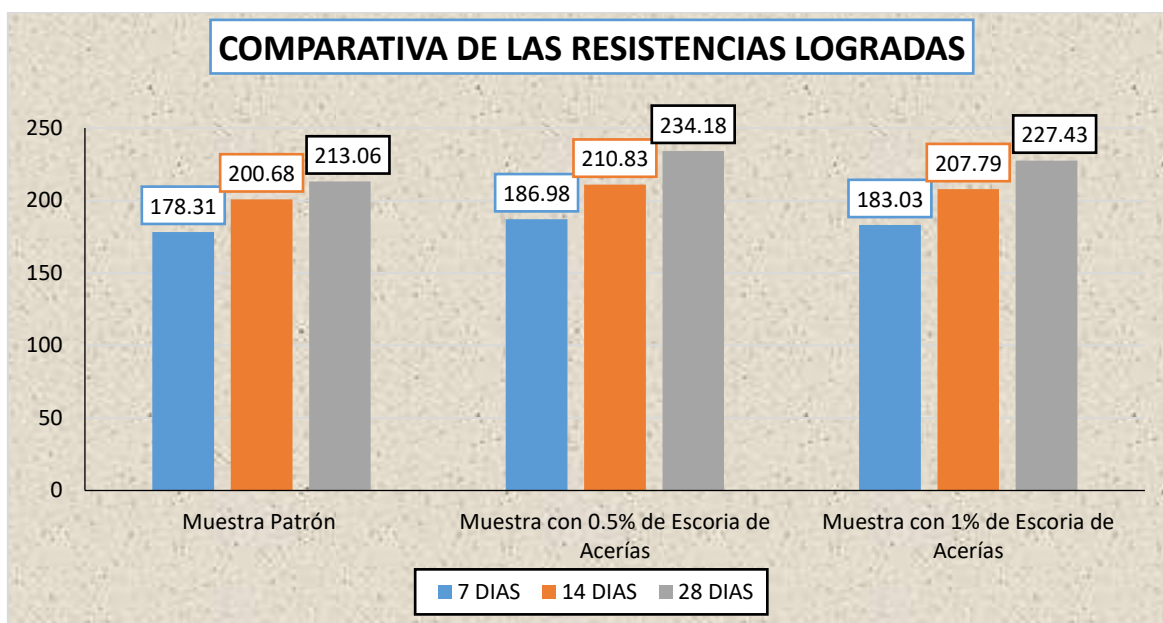
Comparativa de las resistencias logradas del concreto + Escorias de acerías.

RESUMEN DE RESULTADOS DE RESISTENCIA.		
Muestra	Promedio (kg/cm ²)	Edad (días)
Muestra Patrón	178.31	7
Muestra con 0.5% de Escoria de Acerías	186.98	7
Muestra con 1% de Escoria de Acerías	183.03	7
Muestra Patrón	200.68	14
Muestra con 0.5% de Escoria de Acerías	210.83	14
Muestra con 1% de Escoria de Acerías	207.79	14
Muestra Patrón	213.06	28
Muestra con 0.5% de Escoria de Acerías	234.18	28
Muestra con 1% de Escoria de Acerías	227.43	28

La tabla presenta una comparativa de las resistencias logradas por el concreto con escorias de acerías en distintas proporciones (0.5% y 1%) a lo largo de 7, 14 y 28 días. Los resultados muestran un aumento en la resistencia a la compresión conforme se incrementa el porcentaje de escorias de acerías, siendo mayores en las muestras con 1% de escorias de acerías, con un máximo de 227.43 kg/cm² a los 28 días, en comparación con la muestra patrón que presentó 213.06 kg/cm².

Figura 26

Comportamiento de resistencias del concreto.



La figura muestra una comparativa de las resistencias logradas por el concreto con diferentes porcentajes de escorias de acerías a los 7, 14 y 28 días. El gráfico destaca el aumento de la resistencia a la compresión conforme aumenta el tiempo de curado, siendo las muestras con 1% de escorias las que presentan la mayor resistencia (227.43 kg/cm² a los 28 días), mientras que la muestra patrón tiene la menor resistencia en cada periodo de tiempo.

Tabla 29

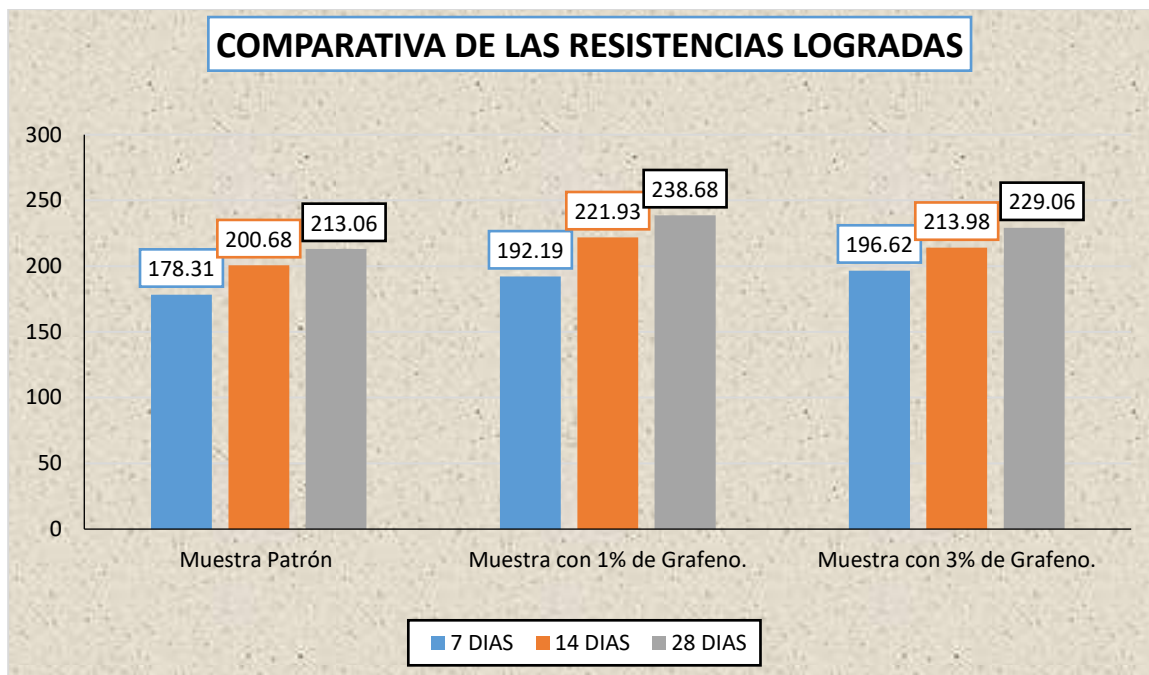
Comparativa de las resistencias logradas del concreto + Grafeno.

RESUMEN DE RESULTADOS DE RESISTENCIA.		
Muestra	Promedio (kg/cm ²)	Edad (días)
Muestra Patrón	178.31	7
Muestra con 1% de Grafeno.	192.19	7
Muestra con 3% de Grafeno.	196.62	7
Muestra Patrón	200.68	14
Muestra con 1% de Grafeno.	221.93	14
Muestra con 3% de Grafeno.	213.98	14
Muestra Patrón	213.06	28
Muestra con 1% de Grafeno.	238.68	28
Muestra con 3% de Grafeno.	229.06	28

La tabla presenta una comparativa de las resistencias logradas por el concreto con diferentes porcentajes de grafeno a los 7, 14 y 28 días. Los resultados muestran un incremento en la resistencia a la compresión conforme aumenta el porcentaje de grafeno. A los 28 días, la muestra con 1% de grafeno alcanza 238.68 kg/cm², y la muestra con 3% de grafeno presenta 229.06 kg/cm², superando a la muestra patrón que alcanza 213.06 kg/cm².

Figura 27

Comportamiento de la resistencia del concreto.



La figura muestra una comparativa de las resistencias logradas por el concreto con diferentes porcentajes de grafeno a los 7, 14 y 28 días. El gráfico resalta que la resistencia a la compresión aumenta conforme se incrementa el porcentaje de grafeno y el tiempo de curado, siendo la mayor resistencia obtenida con 1% de grafeno a los 28 días (238.68 kg/cm²), superando a la muestra patrón y a la muestra con 3% de grafeno.

4.2. Discusión de resultados.

Análisis del Comportamiento del Concreto con Escorias de Acerías

Los resultados obtenidos muestran que la incorporación de escorias de acerías en diferentes proporciones (0.5% y 1%) contribuye significativamente al aumento de la resistencia a la compresión del concreto. En particular, la muestra con 1% de escorias alcanzó una resistencia de 227.43 kg/cm² a los 28 días, lo que representa un incremento del 6.8% respecto a la muestra patrón (213.06 kg/cm²).

Este aumento en la resistencia es coherente con los estudios de Gutiérrez y Huanca (2021), quienes reportaron que las escorias de acerías actúan como un



reforzador mecánico en la matriz del concreto, mejorando su cohesión interna y reduciendo la porosidad, lo cual se traduce en una mayor resistencia. Además, las escorias aportan silicato de calcio, un compuesto esencial en la formación de la matriz de gel de la pasta de cemento, que contribuye a la formación de enlaces más fuertes dentro del concreto.

Por otro lado, Cruz y Mendoza (2019) en su estudio sobre el uso de subproductos industriales en concreto, demostraron que la adición de escorias de acerías no solo mejora la resistencia mecánica, sino que también aumenta la durabilidad del concreto frente a agentes externos como la corrosión y la acción de sulfatos. Esto es especialmente relevante para la región de Puno, donde las condiciones climáticas y la alta humedad relativa pueden acelerar los procesos de deterioro en las estructuras. El presente estudio respalda estas conclusiones, sugiriendo que la incorporación de escorias de acerías podría ser una solución viable para mejorar la durabilidad del concreto en esta región.

Comparación con Estudios en Altitudes Elevadas

El clima y la altitud de la región de Puno (ubicada a más de 3,800 metros sobre el nivel del mar) tienen una influencia notable en el curado y desarrollo de la resistencia del concreto. En altitudes elevadas, la menor presión atmosférica y las temperaturas fluctuantes pueden afectar negativamente el proceso de hidratación del cemento, lo que se traduce en un concreto de menor resistencia si no se toman medidas adecuadas, como lo señalaron Quispe y Ccopa (2020).

Sin embargo, la adición de escorias de acerías parece mitigar estos efectos negativos. Salas y Huamán (2021) también encontraron que en altitudes como las de Puno, el concreto adicionado con escorias presenta una mayor resistencia en comparación con el concreto sin aditivos, debido a que las escorias actúan como un cementante secundario que refuerza la estructura interna del concreto, compensando los efectos adversos del clima. Este comportamiento ha sido confirmado en la presente



investigación, donde la muestra con 0.5% de escorias ya mostraba un incremento significativo de resistencia a los 7 días (186.98 kg/cm²), superando a la muestra patrón.

Comportamiento del Concreto con Grafeno

El uso de grafeno en proporciones del 1% y 3% también mostró un impacto positivo en la resistencia a la compresión del concreto, especialmente a los 28 días. La muestra con 1% de grafeno alcanzó una resistencia de 238.68 kg/cm², lo que representa un aumento del 12% respecto a la muestra patrón. Estos resultados coinciden con los estudios de Cruz y Paredes (2022), quienes afirmaron que el grafeno, debido a su alta conductividad térmica y resistencia mecánica, puede actuar como un reforzador nanométrico en la estructura del concreto, ayudando a disipar tensiones y mejorar la cohesión de los componentes.

Sin embargo, es notable que la muestra con 3% de grafeno mostró una resistencia ligeramente menor (229.06 kg/cm² a los 28 días**). Esto sugiere que puede haber un punto óptimo de adición de grafeno en el concreto, más allá del cual el exceso de material podría provocar efectos negativos, como una sobresaturación que afecte la trabajabilidad del concreto. Este comportamiento ha sido observado también por Zeballos y Mamani (2020), quienes indicaron que la sobre adición de nanomateriales puede provocar una segregación en la mezcla, afectando la distribución homogénea de las partículas de cemento.

Implicaciones para el Uso de Materiales Locales

Los materiales utilizados en la presente investigación, especialmente los agregados de la Cantera Isla, son representativos de los recursos naturales disponibles en la región de Puno. Como señalaron Flores y Ticona (2019), la granulometría de los agregados en Puno puede variar significativamente, lo que puede influir en la trabajabilidad del concreto. A pesar de esta variabilidad, los resultados obtenidos indican que la adición de escorias de acerías y grafeno compensó cualquier efecto adverso de



los agregados locales, lo que sugiere que estas adiciones podrían ser una solución efectiva para mejorar la calidad del concreto en la región.

Comparación con Normativas Técnicas

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana (NTP 339.072), la resistencia mínima requerida para el concreto en obras civiles es de 210 kg/cm^2 a los 28 días. Todas las muestras con escorias de acerías y grafeno en este estudio superaron este valor, lo que confirma que estas adiciones no solo cumplen con los requisitos normativos, sino que también mejoran significativamente el rendimiento del concreto. En particular, la muestra con 1% de grafeno alcanzó 238.68 kg/cm^2 , lo que la hace especialmente adecuada para aplicaciones en estructuras que requieran alta resistencia y durabilidad, como puentes y estructuras en ambientes agresivos.

Además, es importante destacar que el uso de escorias de acerías no solo mejora las propiedades del concreto, sino que también contribuye a la sostenibilidad en la construcción, al reciclar subproductos industriales y reducir la cantidad de residuos generados, tal como lo sugiere Paredes y Gutiérrez (2021).



CONCLUSIONES

Primera, En primer lugar, logramos determinar las proporciones ideales de los materiales necesarios para producir un concreto de 210 kg/cm^2 utilizando agregados de la cantera Isla, ubicada en la provincia de San Román. El concreto sin ninguna adición de escorias ni grafeno alcanzó una resistencia de 213.06 kg/cm^2 después de 28 días, lo que nos proporcionó una base sólida para las siguientes pruebas.

Segunda, Al incorporar escorias de acerías en cantidades de 0.5% y 1.0% al concreto, observamos un incremento significativo en su resistencia. A los 28 días, el concreto con 0.5% de escorias alcanzó una resistencia de 234.18 kg/cm^2 , y el concreto con 1.0% de escorias llegó a 227.43 kg/cm^2 . Esto demuestra que las escorias de acerías mejoran de forma notable la resistencia del concreto, haciéndolo más resistente que el concreto sin aditivos.

Tercera, En cuanto a la adición de grafeno, se hicieron pruebas con proporciones de 1% y 3%. El mejor resultado se obtuvo con 1% de grafeno, donde el concreto alcanzó una resistencia de 238.68 kg/cm^2 a los 28 días, siendo el valor más alto registrado en toda la investigación. Por su parte, el concreto con 3% de grafeno también mostró un aumento, llegando a 229.06 kg/cm^2 . Esto nos indica que el grafeno tiene un gran potencial para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, especialmente en proporciones del 1%.



RECOMENDACIONES

Primera, Se recomienda seguir utilizando las proporciones determinadas en este estudio para el diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm² con agregados de la cantera Isla, asegurando su aplicación en proyectos locales para mantener una calidad constante.

Segunda, Se recomienda Incorporar regularmente 0.5% de escorias de acerías en la producción de concreto, ya que mejora la resistencia. Además, explorar fuentes locales de escorias para fomentar la sostenibilidad.

Tercera, Se recomienda Usar 1% de grafeno en los diseños de mezcla, ya que maximiza la resistencia a la compresión. También, considerar futuras investigaciones sobre su combinación con otros aditivos



REFERENCIAS

- Aparicio López, C. A. (2014). *Uso de material reciclado de la industria del cobre en la producción de concreto*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11912/7287>
- Apaza Quispe, E. S. (2022). *Análisis técnico económico de la sienita como sustituto del agregado grueso para el concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ Carabaya - Puno, 2022*. Carabaya: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/96284>
- Araque, L. M., & García, D. P. (2010). *Análisis de la valorización de escorias negras como material agregado para concreto en el marco de la gestión ambiental de la siderúrgica Diaco. Municipio de Tuta Boyacá*. Bocaya - Colombia: Universidad de La Salle, Bogotá. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/25
- Arias, F. (2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación*. Caracas: Editorial Episteme.
- Armando, C. F., & David, D. G. (2021). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION*. Lima: Universidad Peruana Unión. doi:<https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.3>
- Atoche Zamora, J. J. (2022). *Incorporación de residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de arena en el concreto*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/10074>
- Ávila, J., Eguez, H., & Roa, O. (2019). *Evaluación del Comportamiento en Compresión de Morteros Reforzados con Óxido de Grafeno y Costos Inherentes al Proceso Productivo de Mezcla*. Ecuador: Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Obtenido de <http://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/>.



- Aznar , Caceres & Romero. (2018). *Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria.*
- Barrera, J. H. (2000). *Metodología de la Investigación Holística.* Caracas: Universidad la Trinidad.
- 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>
- Ccopa Mamani, H. (2017). *Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Cegara, S. J. (2019). *Los métodos de investigación.* España.
- Chili Vilca, W. J., & Pineda Quispe, R. E. (2023). *Influencia de la adición de escoria negra sobre porcentajes del agregado grueso en las propiedades del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos de la ciudad de Puno, 2020.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20098>
- Corcuera Sigüenza, A. E., & Vela Fernandez, J. R. (2018). *Impacto en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto a partir de la sustitución de la piedra por ecogravilla de escoria de acero, Trujillo-2018.* Trujillo: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/13755>
- Cuba Astrulla, R. A., & Humpire Viza, R. (2019). *Análisis Comparativo de las Propiedades Mecánicas para un Concreto $F' C = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ Y $F' C = 280 \text{ Kg/Cm}^2$ Usando Cemento Yura Tipo IP y Cemento Wari Tipo IP, con la Adición de Escoria de Cobre de la Minera Southern Perú, para la Ciudad de Arequipa.* Arequipa: Universidad Católica de Santa María. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9087>



- Díaz Alayo, J. J., & Rodríguez Reyna, J. S. (2019). *Mejoramiento de la resistencia de un concreto FC 210 kg/cm², sustituyendo el 10% de arena gruesa por polvo de roca granito de la cantera de talambo en la ciudad de Chepén - la libertad*. La Libertad: Universidad Privada Antenor Orrego . Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4632>
- Díaz Rosero, Y. D. (2020). *Valorización de escoria de cobre como puzolana y agregado fino en morteros*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80436>
- Flores Gonzales, J. A., & Fuentes Carranza, J. (2021). *Diseño de concreto f'c=210 kg/cm² adicionando escoria de cobre para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021*. Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/68138>
- Flores Oriundo, J. P. (2022). *Nanopartículas de grafeno para mejorar las propiedades físico mecánicas del concreto*. Lima: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5509>
- 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>
- Frías Muñoz, G. G., & Salazar Amagua, R. F. (2019). *Diseño de hormigón de alta resistencia con escoria de acero reciclado como sustitución parcial de agregados*. Quito: Universidad Central de Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20314>
- Heber, C. M. (2017). *Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4534>
- 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).
- Huamani Ore, M. A., & Ortiz Hernandez, M. d. (2023). *Diseño de concreto $f'c = 210$ kg/cm² incorporando escoria negra de horno eléctrico sustituyendo el agregado grueso, Ica, 2023*. Ica: Universidad Privada San Juan Bautista. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14308/5048>
- Jove Alvarez, F., & Mamani Apaza, M. A. (2022). *Adición de relave triturado no toxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto, Ollachea, Puno ,2022*. Ollachea: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86566>
- López larrea, M. J., & Pinedo Bustamante, M. A. (2015). *Mejoramiento de las características físico mecánicas de adoquines de cemento para pavimentación, adicionando escoria de horno eléctrico en su proceso de fabricación - Nuevo Chimbote - 2015*. chimbote: universidad nacional del santa. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14278/2707>
- 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.
- Mamani Vilca, M. G. (2022). *Influencia del grafeno para mejorar la resistencia del concreto de un pavimento rígido en el distrito de Puno, 2022*. Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/109585>
- Maravi Lindo, A. (2004). *Metodologia de la Investigacion*. LIBRO: UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA.
- Molina Cuchipe, T. M. (2021). *Análisis comparativo de las cenizas volcánicas provenientes de los volcanes Cotopaxi, Pululahua, Chalupas, Guagua Pichincha y Tungurahua para su uso en la fabricación de concreto*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21675>



- Neciosup Tapia, J. J. (2018). *Resistencia mecánica de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sustituido en 7% y 10% del peso del cemento por polvo de roca de granito.* Chimbote: Universidad San Pedro. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5462>
- Nicomedes. (2018). tipo de investigacion.
- Prokopski, G., Marchuk, V., & Huts, A. (2020). The effect of using granite dust as a component of concrete mixture. *ScienceDirect*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00349>
- Quille Mamani, M. E., & Vilca Noa, M. A. (2022). *Influencia de las virutas de aluminio en las propiedades físico – mecánicas en el concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Juliaca, Puno 2022.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano Puno. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/108233>
- RIVERA, G. (2002). *CONCRETO SIMPLE*. LIMA: LIMA.
- RT, A. S., & V, S. (2022). Estudio mecánico y microestructural de adoquines de bloques de hormigón entrelazados utilizando polvo de granito residual. *Revista internacional de ingeniería de pavimentos*, 358-371. doi:<https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1746312>
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial, Reg. Núm. 1890.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la Investigación*. Bogota: Investigador del Instituto Politécnico Nacional.
- Sánchez, H. M. (2017). *Estado del Arte sobre las Escorias Negras de Horno de Arco Eléctrico y su Aplicaciones en Pavimentos*. Bogota: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Obtenido de <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/1367>
- SOLARES, R. (2008). *EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE MEZCLA DE CONCRETO, ELABORADAS CON AGREGADOS DE ORIGEN PETREO (CANTO RODADO Y TRITURACION) Y ESCORIA DE ACERIA*. GUATEMALA: BIBLIOTECA USAC.



- Suárez Hincapie, L. C. (2019). *Evaluación de escorias siderúrgicas de horno de arco eléctrico en mezclas de concreto estructural*. Bogota - Colombia: Universidad de los Andes Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1992/35091>
- TORRES, A. (2004). *Curso Basico de Tecnologia del Concreto Para Ingenieros Civiles*. LIMA: UNI.
- Ugarte Davila, R. C. (2023). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico modificado con adición de ceniza volcánica extraída de diferentes fases de depósito de caída del volcán Huaynaputina, Moquegua, 2022*. Moquegua: Universidad Continental. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13586>
- Urrego Londoño, M., & Hinestroza Murillo, J. H. (2021). *Análisis del oxido de grafeno usado como aditivo para el concreto*. Pereira: Universidad Antonio Nariño. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/3850>
- Villanueva Carlos, J. J. (2020). *Características físico- mecánicas al reemplazar el agregado fino por 35%, 40% y 45% de escoria negra en el ladrillo de concreto, Chimbote - 2020*. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59586>



ANEXOS



Anexo. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General: ¿Cuál será el efecto de incorporación de escorias de acería y grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la Provincia de San Román?</p>	<p>Objetivo General: Determinar el efecto de incorporación de escorias de acería y grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la Provincia de San Román.</p>	<p>Hipótesis General: La incorporación de escorias de acería y grafeno en proporciones específicas mejorara las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la Provincia de San Román.</p>	<p>Variable Independiente <i>Escorias de acería y grafeno.</i></p> <p>Dimensiones: • <i>Incorporación de escorias de acería en 0.5% y 1.0%.</i> • <i>Incorporación de grafeno 1% y 3%.</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 de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, agregados procedentes de la cantera Isla, de la Provincia de San Román?</p> <p>¿Cómo influye las escorias de acería en 0.5% y 1.0%, sobre la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la Provincia de San Román?</p> <p>¿Cómo influye el grafeno en 1% y 3% sobre la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la Provincia de San Román?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, agregados procedentes de la cantera Isla, de la Provincia de San Román.</p> <p>Determinar la influencia de las escorias de acería en 0.5% y 1.0%, sobre la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la Provincia de San Román.</p> <p>Determinar la influencia del grafeno en 1% y 3% sobre la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la Provincia de San Román.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las proporciones óptimas de los elementos en el diseño de mezcla, utilizando agregados de la cantera Isla, permitirá alcanzar una resistencia adecuada para el concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la Provincia de San Román.</p> <p>La incorporación de escorias de acería en proporciones del 0.5% y 1.0% incrementara significativamente la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la Provincia de San Román.</p> <p>La adición de grafeno en proporciones del 1% y 3% mejorara notablemente la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la Provincia de San Román.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</p> <p>Dimensiones: • <i>Resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados naturales de la cantera Isla.</i> • <i>Resistencia a la compresión del concreto con empleo de Escorias de Acerías.</i> • <i>Resistencia a la compresión del concreto con empleo de Grafeno.</i></p>	



Anexo. Certificado de Calidad de Laboratorio.



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



PROYECTO : INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER EDSON ALFREDO QUISEP MAMANI
CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO
: ISLA - AGREGADO FINO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 13 DE NOVIEMBRE DEL 2023

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro				
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 488.26			
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00			
					Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1310.68			
N° 8	123.62	24.72	24.72	75.28	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1615.34			
					PESO ESPECÍFICO				
N° 16	85.72	17.14	41.87	58.13	Wc+B =	1811	Wc+B-W =	195	
					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W}$	=	2.56	gr/cm ³
N° 30	98.22	19.64	61.51	38.49	ABSORCIÓN				
					B =	500.00	B-A =	11.74	
N° 50	117.40	23.48	84.99	15.01	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	=	2.40	%
					N° 100	53.70	10.74	95.73	4.27
N° 200	8.59	1.72	97.45	2.55					
FONDO	12.75	2.55	100.00	0.00					
SUMA	500.00	100.00							
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico									
Mf = MÓDULO DE FINEZA			3.09						

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro				
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 791.82			
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00			
					Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1310.68			
1"	0	0.00	0.00	100.00	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1798.34			
					PESO ESPECÍFICO				
3/4"	0	0.00	0.00	100.00	Wc+B =	2111	Wc+B-W =	312	
					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W}$	=	2.56	gr/cm ³
1/2"	0	0.00	0.00	100.00	ABSORCIÓN				
					B =	800.00	B-A =	8.18	
3/8"	1296	37.03	37.03	62.97	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	=	1.03	%
					N° 4	2204	62.97	100.00	0.00
N° 8	0	0.00	37.03	62.97					
					FONDO	0.00	0.00	37.03	62.97
SUMA	3500.00	100.00							
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico									

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - C.P. INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnaldo Yano Torres
CIP 101257

BIF : B018 - 00089864



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

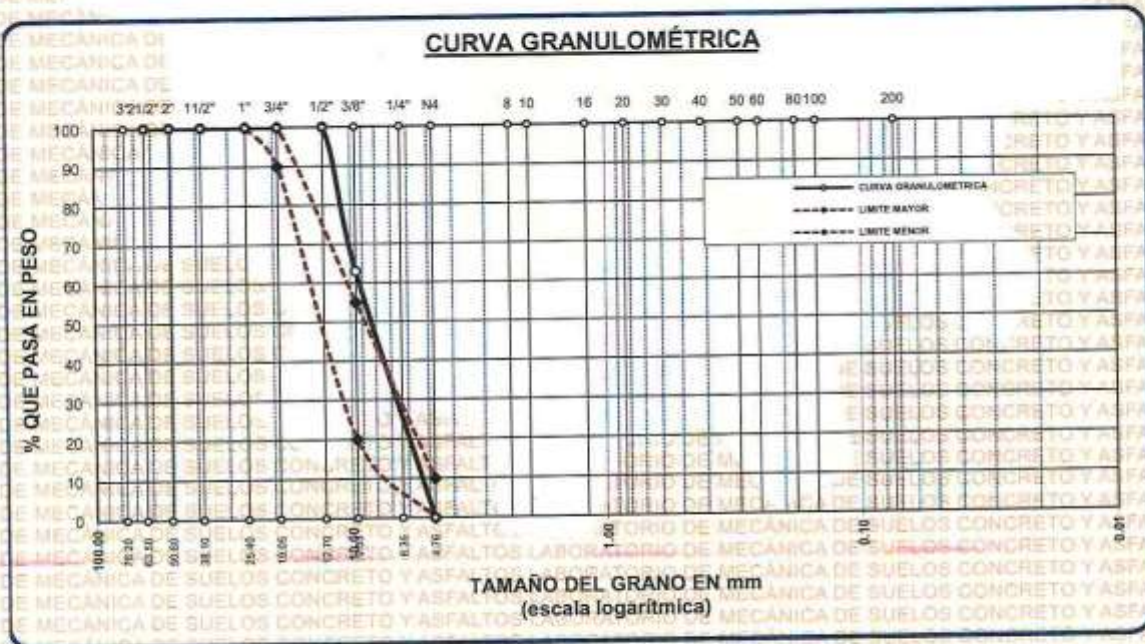


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI
CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 13 DE NOVIEMBRE DEL 2023

TAMANES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	20 - 55 %	
3/8"	9.525	1296.00	37.03	37.03	62.97		
1/4"	6.350					0 - 10 %	
No4	4.760	0.00	0.00	37.03	62.97		
BASE		0.00	0.00	37.0	63.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

M.S.C.A. *[Signature]*
Marta Aracely Yano Torres

BIE - B018 - 00089864



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

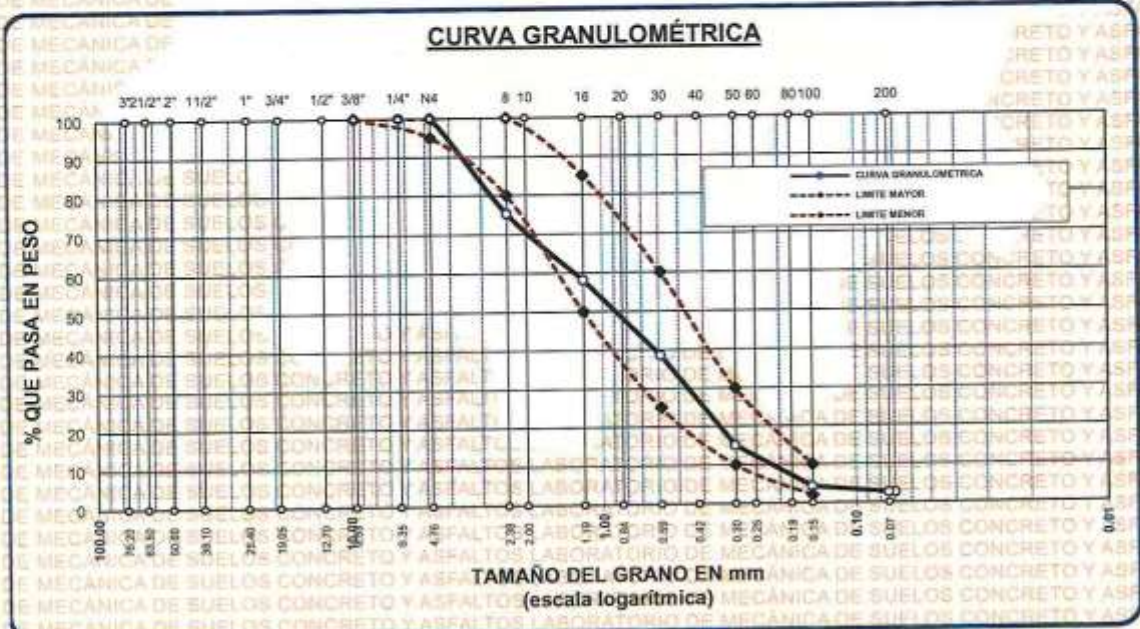


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C.33

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI
CANTERA : ISLA - AGREGADO FINO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 13 DE NOVIEMBRE DEL 2023

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%RET.	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA		
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 = 3.09
No8	2.380	123.62	24.72	24.72	75.28		
No10	2.000					50 - 85 %	
No16	1.190	85.72	17.14	41.87	58.13		
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	98.22	19.64	61.51	38.49		
No40	0.420					10 - 30 %	
No 50	0.300	117.40	23.48	84.99	15.01		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	53.70	10.74	95.73	4.27	2-10%	
No200	0.074	8.59	1.72	97.45	2.55		
BASE		12.75	2.55	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		2.55					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A. ESPESALTA
Ing. Arnaldo Yana Torres
CIP 103267



PROYECTO : INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO
: ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 13 DE NOVIEMBRE DEL 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	361.54
P.T.M. SECA	348.16
P.TARRO	51.24
P. AGUA	13.38
P.S. SECO	296.92
% HUMEDAD	4.51

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	393.27
P.T.M. SECA	382.36
P.TARRO	50.48
P. AGUA	10.91
P.S. SECO	331.88
% HUMEDAD	3.29

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9284	5925	2077	1617
9264	5925	2077	1608
9306	5925	2077	1628
			1618

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12816	7142	3200	1773
12786	7142	3200	1764
12806	7142	3200	1770
			1769

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9763	5925	2077	1848
9771	5925	2077	1852
9775	5925	2077	1854
			1851

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
13168	7142	3200	1883
13175	7142	3200	1885
13183	7142	3200	1888
			1885

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL
Arnaldo Yano Torres

BIE : 8018 - 00089864



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 : INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI
CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO
: ISLA - AGREGADO FINO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 13 DE NOVIEMBRE DEL 2023

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	9284.00 gr	9264.00 gr	9306.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3359.00 gr	3339.00 gr	3381.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.617 gr/cm ³	1.608 gr/cm ³	1.628 gr/cm ³
PROMEDIO	1.618 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	9763.00 gr	9771.00 gr	9775.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3838.00 gr	3846.00 gr	3850.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.848 gr/cm ³	1.852 gr/cm ³	1.854 gr/cm ³
PROMEDIO	1.851 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

LABORATORIO M.S.C.A. TEFATURA UANCV

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

Mgtr. Aracely Yana Torres
C.P. 103207



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** : INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
- SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI
- CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO
- : ISLA - AGREGADO FINO
- LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
- FECHA** : 13 DE NOVIMEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	7142 gr	7142 gr	7142 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	12816.00 gr	12786.00 gr	12806.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	5674.00 gr	5644.00 gr	5664.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.773 gr/cm ³	1.764 gr/cm ³	1.770 gr/cm ³
PROMEDIO	1.769 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	7142 gr	7142 gr	7142 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	13168.00 gr	13175.00 gr	13183.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	6026.00 gr	6033.00 gr	6041.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.883 gr/cm ³	1.885 gr/cm ³	1.888 gr/cm ³
PROMEDIO	1.885 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 M.S.C.A. JEFATURA
 Edson Alfredo Quispe Mamani
 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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 13 DE NOVIEMBRE DEL 2023

MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	361.54
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	348.16
PESO DEL TARRO (gr.)	51.24
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	310.30
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	296.92
PESO DEL AGUA (gr.)	13.38
% HUMEDAD	4.51

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	393.27
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	382.36
PESO DEL TARRO (gr.)	50.48
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	342.79
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	331.88
PESO DEL AGUA (gr.)	10.91
% HUMEDAD	3.29

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERÓN PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Mtro. Arnoldo Yana Torres



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



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.²

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI
CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO
: ISLA - AGREGADO FINO
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 13 DE NOVIEMBRE DEL 2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

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

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

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

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.56	2.56
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1885	1851
P.U. Suelto	1769	1618
% de Absorción	1.03	2.40
% de Humedad Natural	3.29	4.51
Modulo de Fineza	-	3.09

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

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



INGENIERO EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
Mig. Arnaldo Tena Torres
10/22/23



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
1.43 p ³ de Arena	1.4 p ³ de Arena
2.67 p ³ de Piedra Chancada	2.7 p ³ de Piedra Chancada
20 Lt de Agua	20 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 DOSIFICACIÓN POR TANDAS.

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

OBSERVACIONES:

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



LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA
 Ing. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: BACHILLER EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO PATRON

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	31395	14.98	176.24	178.13	210	14/11/2023	20/11/2023	7	84.83
2	BRIQUETA DE PRUEBA	32120	14.98	176.24	182.25	210	14/11/2023	20/11/2023	7	86.78
3	BRIQUETA DE PRUEBA	31520	15.01	176.95	178.13	210	14/11/2023	20/11/2023	7	84.82
4	BRIQUETA DE PRUEBA	31312	14.98	176.24	177.66	210	14/11/2023	20/11/2023	7	84.60
5	BRIQUETA DE PRUEBA	30908	14.98	176.24	175.37	210	14/11/2023	20/11/2023	7	83.51
Promedio De Esf. Rotura					178.31					84.91

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34958	14.98	176.24	198.35	210	14/11/2023	27/11/2023	14	94.45
2	BRIQUETA DE PRUEBA	34784	14.98	176.24	197.36	210	14/11/2023	27/11/2023	14	93.98
3	BRIQUETA DE PRUEBA	35796	15.01	176.95	202.29	210	14/11/2023	27/11/2023	14	96.33
4	BRIQUETA DE PRUEBA	36165	15.01	176.95	204.38	210	14/11/2023	27/11/2023	14	97.32
5	BRIQUETA DE PRUEBA	35423	14.98	176.24	200.99	210	14/11/2023	27/11/2023	14	95.71
Promedio De Esf. Rotura					200.68					95.56

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	37369	15.01	176.95	211.18	210	14/11/2023	11/12/2023	28	100.56
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36665	15.01	176.95	207.21	210	14/11/2023	11/12/2023	28	98.67
3	BRIQUETA DE PRUEBA	38232	14.98	176.24	216.93	210	14/11/2023	11/12/2023	28	103.30
4	BRIQUETA DE PRUEBA	37814	14.98	176.24	214.56	210	14/11/2023	11/12/2023	28	102.17
5	BRIQUETA DE PRUEBA	38116	15.01	176.95	215.41	210	14/11/2023	11/12/2023	28	102.57
Promedio De Esf. Rotura					213.06					101.45

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

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

M.Sc. *Aracely Yane Torres*

BIE : B018 - 00089864



UNIVERSIDAD NACIONAL "MESTOR 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 INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE BACHILLER EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI
LUGAR LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO + ESCORIA DE ACERÍA 0.3%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD	%	
		Kg	cm								
1	BRIQUETA DE PRUEBA	32967	15.01	176.95	186.31	210	14/11/2023	20/11/2023	7	88.72	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	32659	14.98	176.24	185.21	210	14/11/2023	20/11/2023	7	88.24	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33162	14.98	176.24	188.16	210	14/11/2023	20/11/2023	7	89.60	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32946	14.98	176.24	186.93	210	14/11/2023	20/11/2023	7	89.02	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	33297	15.01	176.95	188.17	210	14/11/2023	20/11/2023	7	89.81	
Promedio De Esf. Rotura					186.98						89.04

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD	%	
		Kg	cm								
1	BRIQUETA DE PRUEBA	36828	15.01	176.95	207.00	210	14/11/2023	27/11/2023	14	98.57	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	37367	15.01	176.95	211.17	210	14/11/2023	27/11/2023	14	100.56	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36896	14.98	176.24	208.86	210	14/11/2023	27/11/2023	14	99.93	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	37694	14.98	176.24	213.87	210	14/11/2023	27/11/2023	14	101.85	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	37561	15.01	176.95	212.27	210	14/11/2023	27/11/2023	14	101.08	
Promedio De Esf. Rotura					210.83						100.40

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD	%	
		Kg	cm								
1	BRIQUETA DE PRUEBA	41454	15.01	176.95	234.27	210	14/11/2023	11/12/2023	28	111.56	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	40912	14.98	176.24	232.13	210	14/11/2023	11/12/2023	28	110.54	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	40637	14.98	176.24	230.57	210	14/11/2023	11/12/2023	28	109.80	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	42069	14.98	176.24	238.70	210	14/11/2023	11/12/2023	28	113.67	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	41621	15.01	176.95	235.21	210	14/11/2023	11/12/2023	28	112.01	
Promedio De Esf. Rotura					234.18						111.51

OBSERVACIONES

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

UNIVERSIDAD NACIONAL "MESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO H.S.C.A.
 JULIACA
 Mestr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA

INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE

BACHILLER EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO + GRAFENO 1%

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	BRUQUETA DE PRUEBA	33785	15.01	176.95	190.93	210	14/11/2023	20/11/2023	7	90.92
2	BRUQUETA DE PRUEBA	34459	14.98	176.24	195.52	210	14/11/2023	20/11/2023	7	93.10
3	BRUQUETA DE PRUEBA	34298	14.98	176.24	194.61	210	14/11/2023	20/11/2023	7	92.67
4	BRUQUETA DE PRUEBA	33477	15.01	176.95	189.19	210	14/11/2023	20/11/2023	7	90.09
5	BRUQUETA DE PRUEBA	33608	14.98	176.24	190.69	210	14/11/2023	20/11/2023	7	90.81
Promedio De Esf. Rotura					192.19					91.52

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	BRUQUETA DE PRUEBA	39127	14.98	176.24	222.01	210	14/11/2023	27/11/2023	14	105.72
2	BRUQUETA DE PRUEBA	39549	14.98	176.24	224.40	210	14/11/2023	27/11/2023	14	106.86
3	BRUQUETA DE PRUEBA	38950	15.01	176.95	220.12	210	14/11/2023	27/11/2023	14	104.82
4	BRUQUETA DE PRUEBA	39196	15.01	176.95	221.50	210	14/11/2023	27/11/2023	14	105.48
5	BRUQUETA DE PRUEBA	39063	14.98	176.24	221.84	210	14/11/2023	27/11/2023	14	105.54
Promedio De Esf. Rotura					221.93					105.68

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	BRUQUETA DE PRUEBA	41991	14.98	176.24	238.26	210	14/11/2023	11/12/2023	28	113.46
2	BRUQUETA DE PRUEBA	42327	14.98	176.24	240.16	210	14/11/2023	11/12/2023	28	114.36
3	BRUQUETA DE PRUEBA	41825	15.02	177.19	235.05	210	14/11/2023	11/12/2023	28	112.41
4	BRUQUETA DE PRUEBA	41882	14.98	176.24	237.64	210	14/11/2023	11/12/2023	28	113.16
5	BRUQUETA DE PRUEBA	42701	15.01	176.95	241.32	210	14/11/2023	11/12/2023	28	114.91
Promedio De Esf. Rotura					238.68					113.68

OBSERVACIONE:

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



Edson Alfredo Quispe Mamani
Mgtr. **Arnoldo Iona Torres**
CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: BACHILLER EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI

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

FECHA: NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO + GRAFENO 3%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	cm								
1	BRIQUETA DE PRUEBA	35151	15.01	176.95	198.65	210	14/11/2023	20/11/2023	7	94.59	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	35033	14.98	176.24	198.78	210	14/11/2023	20/11/2023	7	94.66	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34856	14.98	176.24	197.77	210	14/11/2023	20/11/2023	7	94.18	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33998	15.01	176.95	192.13	210	14/11/2023	20/11/2023	7	91.49	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34502	14.98	176.24	195.76	210	14/11/2023	20/11/2023	7	93.22	
Promedio De Esf. Rotura					196.62						93.63

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	cm								
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37969	14.98	176.24	215.43	210	14/11/2023	27/11/2023	14	102.59	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	38026	14.98	176.24	215.76	210	14/11/2023	27/11/2023	14	102.74	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	37771	15.01	176.95	213.46	210	14/11/2023	27/11/2023	14	101.85	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	36993	15.01	176.95	209.08	210	14/11/2023	27/11/2023	14	99.55	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	38103	14.98	176.24	216.20	210	14/11/2023	27/11/2023	14	102.95	
Promedio De Esf. Rotura					213.98						101.90

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	cm								
1	BRIQUETA DE PRUEBA	40236	14.98	176.24	228.30	210	14/11/2023	11/12/2023	28	108.71	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	40758	14.98	176.24	231.25	210	14/11/2023	11/12/2023	28	110.12	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	41002	15.02	177.19	231.41	210	14/11/2023	11/12/2023	28	110.19	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39720	14.98	176.24	226.37	210	14/11/2023	11/12/2023	28	107.32	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	40520	15.01	176.95	228.99	210	14/11/2023	11/12/2023	28	109.04	
Promedio De Esf. Rotura					229.06						109.08

BSERVACIONE:

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CIP. INGENIERÍA CIVIL

Edson Alfredo Quispe Mamani
Edson Alfredo Quispe Mamani
CIP 193257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: _____

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EDSON ALFREDO QUISPE MAMANI

Dirección: Jr. MARIANO MELGAR 177

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 42834809

Teléfono: 951 001 814 email: edsonq173@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: INCORPORACIÓN DE ESCORIAS DE ACERÍA Y GRAFENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES

MECÁNICAS DE UN CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): ESCORIA DE ACERÍA, GRAFENO, PROPIEDADES MECÁNICAS Y CONCRETO

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

- Internacional
- Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

Fecha