



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO
ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO
DEL CONCRETO ELABORADO EN LA
CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILIAM SOCRATES APAZA 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
EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO
ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO
DEL CONCRETO ELABORADO EN LA
CIUDAD DE JULIACA

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. WILIAM SOCRATES APAZA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : 
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO : 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO : 
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS : 
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 102-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 17 de abril de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 029-2024-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°767-2023 de fecha 14 de agosto de 2023 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **WILIAM SOCRATES APAZA MAMANI**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, 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** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- * **Asesor** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

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: **WILIAM SOCRATES APAZA MAMANI**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : lunes 22 de abril de 2024
- * **HORA** : 10:30
- * **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 VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

D. EFRAIN HARILLO SOSA
SECRETARIO ACADEMICO
CIP. 95531

C.c. Arch. 2024
Interosado
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 767-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 14 de agosto de 2023

VISTOS:

El **INFORME N° 437-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 061-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1233-2022-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **31 de octubre de 2022** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **26 de julio de 2023** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **WILIAM SOCRATES APAZA MAMANI**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

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** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 450-2023, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

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: **WILIAM SOCRATES APAZA MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

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 **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.**

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 ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1233-2022-D-FICP-UANCV

Juliaca, 31 de octubre de 2022

VISTOS:

El **INFORME N° 579-2022-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 0137-2022-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 116-2022-UANCV-FICP-UI-CI-EPIC** 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 **12 de octubre de 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **WILIAM SOCRATES APAZA MAMANI**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**; y.

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** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar su observación el Proyecto de Investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, correspondiente a la línea de investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**; 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: **WILIAM SOCRATES APAZA MAMANI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA**.

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, **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARÍA ACADÉMICA
CIP. 85531



EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

17%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	13%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Wiliam Socrates Apaza Mamani
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47180518
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-3703-1541
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
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	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876



Línea de investigación	Tecnología de la Construcción – P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Localidad: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37" https://maps.app.goo.gl/DMqHJ62L6xaf6KWd6
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2022 – Abril 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#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03 Ingeniería estructural y municipal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DIRECTOR
Dr. Efraín Pavillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo WILIAM SOCRATES APAZA MAMANI, identificado con DNI Nro. 47180518, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

“ EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA ”

Asesorado por: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

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 06 de mayo del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación a dios todo poderoso
y mis padres.



AGRADECIMIENTO

A nuestro creador por permitirme seguir en este camino.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE GENERAL	III
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE 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	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4.1 Justificación técnica.....	3
1.4.2 Justificación económica.....	3
1.4.3 Justificación social.....	3
1.4.4 Justificación ambiental.....	4
1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.5.1 Hipótesis general.....	4
1.5.2 Hipótesis específicas.....	4
1.6 VARIABLES E INDICADORES	5
1.6.1 Variable independiente.....	5
1.6.2 Variable dependiente.....	5



1.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... 6

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 7

2.1.1 Antecedentes internacionales..... 7

2.1.2 Antecedentes nacionales..... 8

2.1.3 Antecedentes locales..... 10

2.2 BASES TEÓRICAS..... 11

2.2.1 La Industria de la construcción..... 11

2.2.2 El grafito..... 12

2.2.2.1 Propiedades físicas del grafito..... 13

2.2.2.2 Propiedades terminas del grafito..... 13

2.2.2.3 Propiedades eléctricas de grafito..... 14

2.2.2.4 Características del grafito sintético..... 16

2.2.3 El suelo como material de construcción..... 16

2.2.4 El cemento como elemento en la construcción..... 17

2.2.4.1 Origen del cemento..... 19

2.2.4.2 Componentes del cemento..... 20

2.2.4.3 Características físicas y mecánicas del cemento..... 22

2.2.4.4 Efectos del cemento en el suelo..... 25

2.2.5 Principios de estabilización de tierra..... 26

2.2.5.1 Estabilización química..... 28

2.2.5.2 Estabilización física..... 30

2.2.5.3 Estabilización mecánica..... 33

2.2.6 Grafeno..... 34

2.2.7 Obtención De Polvos De Grafito De Tamaño Nanométrico..... 36

2.3 MARCO CONCEPTUAL..... 37

2.3.1 Grafito..... 37

2.3.2 Aditivos..... 38

2.3.3 Diseño De mezclas..... 38



2.3.4 Dosificación	38
2.3.5 Resistencia a la compresión	¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	39
3.3 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.4 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.5.1 Población	41
3.5.2 Muestra	41
3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.6.1 Técnicas.....	42
3.6.2 Instrumentos.	44
3.7 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS	45
3.7.1 Validación de instrumentos.....	45
3.7.2 Confiabilidad De Instrumentos.....	45
3.8 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	46
3.8.1 Recolección de información	46
3.8.2 Materiales empleados	47
3.8.3 Ensayos en laboratorio	48
3.9 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	53

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
4.1.1 Resultados obtenidos referente al diseño de mezcla de un concreto.....	61
4.1.2 Incidencia del grafito en polvo como aditivo en proporciones 1%, 1.5% y 2%.	65
4.1.3 Incidencia del grafito en la resistencia a la compresión en 1%,1.5% y 2%	70
4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88



4.2.1 Análisis de resultados sobre el diseño de mezcla de un concreto de $F_c=210$ KG/CM ²	88
4.2.2 Análisis de resultados sobre la incidencia de la adición de grafito en polvo.....	88
4.2.3 Análisis comparativo de resultados sobre la resistencia a la compresión.	¡Error!

Marcador no definido.

CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXOS	93



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de Operacionalización de Variables 6

Tabla 2 Propiedades físicas del grafito..... 13

Tabla 3 Total de especímenes de concreto destinados a ensayos a la compresión. 42

Tabla 4 Determinación del volumen de agua 51

Tabla 5 determinación de contenido de aire atrapado. 52

Tabla 6 Porcentaje de humedad..... 57

Tabla 7 Resumen de resultados sobre el peso específico y la cantidad de absorción 58

Tabla 8 Pesos unitarios. 58

Tabla 9 Análisis granulométrico del agregado grueso. 59

Tabla 11 Análisis granulométrico de agregado fino. 60

Tabla 11 Características físicas de agregados a utilizarse en el diseño de concreto 61

Tabla 12 Dosificación de materiales para concreto. 64

Tabla 13 Resumen del asentamiento de la muestra patrón..... 65

Tabla 14 Resumen del asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 1.00%..... 66

Tabla 15 Resumen del asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 1.50%..... 67

Tabla 16 Resumen del asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 2.00%..... 68

Tabla 17 Resumen del asentamiento de las muestras. 69

Tabla 18 Resistencia a la compresión a los 7 días – muestra patrón..... 70

Tabla 19 Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.00% a los 7 días.
..... 71

Tabla 19 Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.50% a los 7 días.
..... 72

Tabla 21 Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 2.00% a los 7 días.
..... 73

Tabla 22 Recopilación del esfuerzo de rotura de las muestras con polvo de grafito 7 días.74

Tabla 23 Resistencia a la compresión a los 14 días – muestra patrón. 75

Tabla 24 Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.00% a los 14
días. 76

Tabla 25 Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.50% a los 14
días. 77

Tabla 26 Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 2.00% a los 14
días. 78

Tabla 27 Recopilación del esfuerzo de rotura de las muestras con polvo de grafito 14 días.
..... 79

Tabla 28 Resistencia a la compresión a los 28 días – muestra patrón. 80



Tabla 29 Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.00% a los 28 días.	81
Tabla 30 Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.50% a los 28 días.	82
Tabla 31 Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 2.00% a los 28 días.	83
Tabla 32 Recopilación del esfuerzo de rotura de las muestras con polvo de grafito 28 días.	84
Tabla 33 Recopilación del esfuerzo de rotura de las muestras con polvo de grafito en % 28 días.	85
Tabla 34 Recopilación del esfuerzo de rotura de las muestras con polvo de grafito en kg/cm ² 28 días.	86
Tabla 35 Recopilación de las mejorías del concreto con la incorporación de polvo de grafito en % 28 días.	87



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Polvo de grafito. 48

Figura 2 Granulometría de agregado grueso..... 59

Figura 3 Curva granulométrica del agregado grueso. 60

Figura 4 Grafica de las características de agregados a utilizarse en el diseño del concreto61

Figura 5 Grafica de pesos unitarios de los agregados a utilizarse en el diseño del concreto
..... 62

Figura 6 Comparativa de las resistencias logradas por la muestra patrón 64

Figura 7 Asentamiento de la muestra patrón. 65

Figura 8 Asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 1.00%. 66

Figura 9 Asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 1.50%. 67

Figura 10 Asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 2.00%. 68

Figura 11 Comparativa del asentamiento de las distintas muestras elaboradas. 69

Figura 12 Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días muestra patrón. 70

Figura 13 Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.00% a los 7 días.
..... 71

Figura 14 Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.50% a los 7 días.
..... 72

Figura 15 Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 2.00% a los 7 días.
..... 73

Figura 16 Comparativa de los esfuerzos a compresión en diferentes periodos..... 74

Figura 17 Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días muestra patrón. 75

Figura 18 Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.00% a los 14 días.
..... 76

Figura 19 Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.50% a los 14 días.
..... 77

Figura 20 Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 2.00% a los 14 días.
..... 78

Figura 21 Comparativa de los esfuerzos a compresión en diferentes periodos..... 79

Figura 22 Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días muestra patrón. 80

Figura 23 Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.00% a los 28 días.
..... 81

Figura 24 Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.50% a los 28 días.
..... 82

Figura 25 Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 2.00% a los 28 días.
..... 83



Figura 26 Comparativa de los esfuerzos a compresión en diferentes periodos.....	84
Figura 27 Comparativo del comportamiento mecánico del concreto a lo largo del estudio.	85
Figura 28 Cuadro comparativo del comportamiento mecánico del concreto.	86
Figura 29 Cuadro comparativo de mejoras porcentuales con diferentes dosificaciones de polvo de grafito.	87



RESUMEN

El presente proyecto de investigación denominado **“EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA”**, tiene el propósito fundamental el de analizar la incidencia del uso de Grafito en polvo en proporciones variables sobre las resistencias a la compresión del concreto convencional, cuyo diseño de investigación fue el experimental, se usó el método científico, de tipo experimental y de nivel explicativo, su población está compuesta por 60 briquetas compuesta con diferentes dosificaciones de polvo de grafito que fueron sometidas a la prueba de resistencia a la compresión, los resultados alcanzados por el presente estudio nos muestra que las proporciones en volumen para la mezcla convencional es 1.0 de cemento, 0.49 de agua, 2.79 de agregado grueso, 1.85 de agregado fino, seguidamente en cuanto a la trabajabilidad del concreto se concluye que esta va disminuyendo mientras mayor sea la dosificación del polvo de grafito en la mezcla, respectivamente las resistencias a la compresión de la muestra con 2% de polvo de grafito logro alcanzar la resistencia de 226.91kg/cm² generando así una mejoría en comparación con su diseño de mezcla, siendo este superior en 8.05%.

Palabras claves: Evaluación, Grafito, Aditivo, Concreto.



ABSTRACT

The present research project called "EVALUATION OF THE USE OF GRAFITE POWDER AS ADDITIVE IN THE MECHANICAL BEHAVIOR OF CONCRETE MADE IN THE CITY OF JULIACA", has the fundamental purpose of analyzing the incidence of the use of graphite powder in variable proportions on the compressive strength of conventional concrete, whose research design was experimental, the scientific method was used, of experimental type and of explanatory level, its population is composed of 60 briquettes composed with different dosages of graphite powder that were submitted to the compressive strength test, the results achieved by the present study show that the proportions in volume for the conventional mixture is 1. 0 of cement, 0.49 of water, 2.79 of coarse aggregate, 1.85 of fine aggregate, then regarding the workability of the concrete it is concluded that this decreases the higher the dosage of graphite powder in the mixture, respectively the compressive strength of the sample with 2% of graphite powder achieved a resistance of 226.91kg/cm² generating an improvement compared to its mix design, being this superior in 8.05%.

Key words: Evaluation, graphite, additive, concrete.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la construcción es considerada como uno de los emprendimientos más significativos en nuestro país. El Perú avanza regularmente en la construcción de diversas edificaciones civiles, como conjuntos residenciales, edificios multifamiliares y viviendas.

Asimismo, para llevar a cabo estos trabajos se requiere de una sustancia fundamental denominada concreto. Dicho material consta de componentes como agregados, cemento, agua y, en ocasiones, aditivos.

El objetivo del estudio es evaluar el impacto de cantidades variables (1,00%, 1,50% y 2,00%) de polvo de grafito en las características mecánicas del hormigón. Además, el estudio pretende evaluar el grado de resistencia alcanzado por las muestras de hormigón en comparación con las muestras de referencia, considerando diferentes duraciones de curado de 7, 14 y 28 días.

La investigación indicada constará de cuatro capítulos, que se esbozan a continuación:

Capítulo I: El ensayo aclara el reto de la investigación presentándolo como un dilema. Para ello se expone y define claramente el problema de investigación. A continuación, se esbozan los objetivos y justificaciones, relativos a los aspectos técnicos y económicos, para establecer una hipótesis.

Capítulo II: En este capítulo se presenta un marco teórico exhaustivo que incluye los conocimientos básicos cruciales en los que se basa la presente investigación. El marco teórico.

Capítulo III: El estudio utilizó una técnica sistemática, incluida la realización de experimentos y ensayos para investigar la influencia de las adiciones de grafito en polvo



en el proceso de fabricación del hormigón. Los objetivos del estudio estaban bien delineados y se persiguieron con asiduidad.

Capítulo IV: El capítulo especificado se centra en el examen y el discurso de los descubrimientos. El proceso implica examinar y discutir cuidadosamente los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos, basándose en los datos obtenidos de los experimentos de laboratorio y su análisis. Por último, el estudio abarca los resultados descubiertos, las recomendaciones, las referencias examinadas y un apéndice.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

El grafito en polvo ha sido un material que dé a pocos se ha ido haciendo más popular en el mundo de la construcción debido a sus propiedades y aportaciones posibles a la mezcla de concreto durante su elaboración y en cuanto a su comportamiento durante sus posteriores etapas de la misma, siendo el uso de estas mismas una representación de la búsqueda y un avance notable en la innovación y el progreso tecnológico en la industria de la construcción el uso de este compuesto tiene la capacidad de mejorar la capacidad del concreto producido con la incorporación de este compuesto como aditivo. (Gervacio & Ceballos, 2018)

Una posible estrategia para reciclar grafito en polvo en Perú es integrarla en la fabricación de concreto. La aplicación de este grafito en polvo específica demostró una alta eficacia en el tratamiento de fracturas del concreto. Sin embargo, es crucial reconocer que en estos y posteriores experimentos se utilizó grafito en polvo, lo que indica que se utilizó por primera vez sin tener en cuenta las consecuencias perjudiciales inducidas por el reciclaje. El reciclado de materiales vírgenes de grafito en polvo está limitado a 2 o 3 ciclos debido a la disminución progresiva de la resistencia del material polimérico provocada por la degradación por calor. (Miranda Pumacayo, 2020)



1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 *Problema general.*

¿Cómo realizar la evaluación de uso de grafito en polvo como aditivo en el comportamiento mecánico del concreto elaborado en la ciudad de Juliaca?

1.2.2 *Problemas específicos.*

1. ¿Cómo realizar el respectivo diseño de mezcla para un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con agregados naturales de la Cantera Isla de la provincia de San Román?
2. ¿Cómo incide la adición de grafito en polvo como aditivo en proporciones de 1.00%, 1.5% y 2.00 % respetivamente en el asentamiento de un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$?
3. ¿Cómo incide la adición de grafito en polvo como aditivo en proporciones de 1.00%, 1.5% y 2.00 % respetivamente en la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días en un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 *Objetivo general*

Realizar la evaluación de uso de grafito en polvo como aditivo en el comportamiento mecánico del concreto elaborado en la ciudad de Juliaca.

1.3.2 *Objetivos específicos.*

1. Realizar el diseño de mezcla de un concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con agregados naturales de la Cantera Isla de la provincia de San Román.
2. Determinar la incidencia de la adición de grafito en polvo como aditivo en proporciones de 1.00%, 1.5% y 2.00 % respetivamente en el asentamiento de un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

3. Determinar la incidencia de la adición de grafito en polvo como aditivo en proporciones de 1.00%, 1.5% y 2.00 % respetivamente en la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días en un concreto de $f'c=210$ kg/cm².

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 Justificación técnica

La importancia de generar este estudio radica en la búsqueda incesante de nuevos materiales que se puedan adicionar al concreto y su correspondiente potencial en cuanto a la mejora de las propiedades de este mismo como lo son la resistencia a la compresión, y en su posterior implementación en una construcción dado que el polvo de grafito puede generar grandes mejoras en cuanto a la integridad estructural, como también en cuanto a nuevos proyectos a realizarse con este material como aditivo a la mezcla.

La mencionada Investigación se justifica en el ámbito técnico, teniendo en cuenta que los datos logrados por esta serán beneficiosos ya que podrán ser de gran utilidad para la realización de futuros proyectos concernientes al polvo de grafito u estudios bajo la misma línea de investigación.

1.4.2 Justificación económica.

Si se analiza de manera profunda y detallada el uso del polvo de grafito se traducirá en la optimización de recursos a la hora de elaborar el concreto mejorando la durabilidad y calidad de las construcciones realizadas con este, también teniendo en cuenta que esto se suscitará sin comprometer algunas de sus propiedades de la misma.

1.4.3 Justificación social.

Desde el punto de vista social la generación de construcciones de edificaciones de calidad y duraderas tendrán un impacto positivo en la calidad de vida del populo en general de la ciudad de Juliaca, la creación de concretos con incorporación de polvo de grafito



podrá generar viviendas u otras edificaciones más duraderas a través del tiempo y como también mucho más seguras ya que al mejorar la resistencia a la compresión estas mismas se comportaran mejor ante cualquier percance u evento adyacente, estas construcciones tendrán la labor de reducir los riesgos para los habitantes de nuestra ciudad y generar así construcciones urbanas solidas.

1.4.4 Justificación ambiental.

La apatía generalizada y la falta de concienciación de la mayoría de las personas de nuestra sociedad sobre el uso y la eliminación de materiales en cualquier entorno han provocado niveles preocupantes de contaminación ambiental, que persistirán y tendrán graves repercusiones, La incorporación de polvo de grafito en este concreto dará lugar a resultados medioambientales ventajosos. Aunque la adición de más componentes hace que el proceso sea más intrincado, el producto final de concreto tendrá mayor resistencia y longevidad. Como resultado.

1.5 Hipótesis de la investigación.

1.5.1 Hipótesis general.

La evaluación del uso de grafito en Polvo como aditivo en el comportamiento mecánico del concreto elaborado en la ciudad de Juliaca es positiva.

1.5.2 Hipótesis específicas.

1. El diseño de mezcla de un concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con agregados naturales de la Cantera Isla de la provincia de San Román resulta ser óptimo.
2. 1. El diseño de mezcla de un concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con agregados naturales de la Cantera Isla de la provincia de San Román resulta ser óptimo.
3. .



1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 *Variable independiente.*

Grafito en polvo

Indicadores

- Dosificación del polvo de grafito en 1.00%, 1.5% y 2.00%

1.6.2 *Variable dependiente*

Comportamiento mecánico del concreto

Indicadores

- Resistencia a la compresión del concreto ($F'c$).

1.7 Operacionalización de variables.

Tabla 1

Cuadro de Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición
Variable Independiente GRAFITO EN POLVO	El grafito es un elemento intrigante que existe de forma natural en estructura cristalina y también puede producirse artificialmente. Los humanos de la antigüedad fueron los primeros en emplear el grafito para realizar ilustraciones en las paredes de las cavernas.	La aplicación de polvo de grafito esta dado por su porcentaje y/o cantidad de adición sobre las mezclas de concretos, establecido según diseño de mezclas.	Dosificación de polvo de grafito 1%, 1.5% y 2%.	Diseño de Mezclas	Fichas de control (diseño de mezclas)
Variable Dependiente Resistencia del Concreto Hidráulico	característica mecánica más importante de un concreto.	Las resistencias esperadas a la compresión del concreto.	Resistencia a la compresión	Esfuerzo a la Rotura (kg/cm ²) a 7, 14 y 28 días	Equipos y herramientas de laboratorio



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales.*

Según Ahmad et. al. (2022) en su estudio "Propiedades termo físicas del hormigón asfáltico modificado con polvo de grafito y polietileno" Los científicos emplean actualmente colectores solares de asfalto para recoger y aprovechar la energía, lo que supone un avance significativo en su estudio. El objetivo de este estudio es comprender las características termofísicas del hormigón asfáltico. El objetivo del estudio es examinar las propiedades termofísicas del hormigón asfáltico, a saber, la conductividad térmica, la capacidad calorífica específica, la difusividad térmica, la efusividad térmica y la densidad, en relación con sus características térmicas. Se añadió polvo de grafito al hormigón asfáltico en proporciones variables, a saber, 2,0%, 3,0%, 4,0%, 5,0% y 6,0%, en relación con el peso del polvo de cantera. La mezcla de hormigón asfáltico contenía un 9,0% de polietileno (PE). Se utilizó el método de mezcla en seco para optimizar la inclusión de estos componentes. La fabricación del hormigón asfáltico consistió en combinar el árido AC-14 con una capa de granito. La mezcla Marshall se formuló combinando una concentración del 4,5% de solución bituminosa 60/70. Inicialmente, se llevó a cabo la evaluación de la estabilidad Marshall, seguida de la producción de las muestras Marshall más eficaces para un análisis más exhaustivo de sus características térmicas. Las características térmicas



del hormigón asfáltico polímero de grafito (GPAC) se evaluaron utilizando un medidor de flujo de calor Fox-50, que funciona en condiciones de equilibrio térmico. El experimento reveló que la densidad del hormigón asfáltico polimérico de grafito se redujo debido al aumento de la conductividad térmica, la capacidad calorífica específica, la difusividad térmica y la efusividad térmica. En resumen, las características térmicas del hormigón asfáltico polimérico de grafito han mostrado un aumento. Además, cuando aumenta la temperatura, estas propiedades térmicas también muestran un aumento correspondiente.

Además, Zadri et. al. (2022) en su estudio "Mejora de las propiedades eléctricas y mecánicas del hormigón asfáltico modificado con polvo de grafito" En las mezclas de hormigón asfáltico se utilizan diversos aditivos para aumentar su durabilidad y resistencia, habida cuenta del aumento del tráfico y de las condiciones meteorológicas más severas. Esto garantizará el máximo confort durante un tiempo prolongado de utilización. Este artículo examina la utilización de polvo de grafito como adición atípica. El objetivo principal de nuestra investigación es examinar la influencia de [algo] en la resistividad eléctrica del asfalto conductor, con una resistencia prevista de $106 \Omega \text{ m}$. Además, evaluamos el impacto de la sustancia en las características mecánicas del asfalto mediante el ensayo Fénix. Esta prueba ofrece un análisis exhaustivo de las propiedades mecánicas, centrándose específicamente en la energía disipada. Encontramos una reducción significativa de la resistividad, medida en $1,7 \times 106 \Omega \text{ m}$, junto con una mayor resistencia al agrietamiento, como muestra el cambio en la energía disipada. Por lo tanto, se puede deducir que la incorporación de una cantidad adecuada de polvo de grafito mejora tanto las características mecánicas como eléctricas del hormigón asfáltico.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

Según Chuquiruna (2023) en su estudio "Grafito en la resistencia de un concreto reciclado para falso piso y sardineles de la ciudad de Lima" El objetivo principal de este proyecto de estudio fue evaluar el impacto del grafito en la durabilidad del concreto



reciclado utilizado para pisos falsos y sardineles en Lima en 2022. El objetivo primario fue evaluar el impacto del grafito en la durabilidad del concreto reciclado para pisos sintéticos y componentes estructurales en Lima en 2022. Conjetura principal: En 2022, el uso de grafito mejoró la durabilidad y la integridad estructural del concreto reciclado utilizado para pisos artificiales y columnas de soporte en Lima. La metodología empleada fue científica, específicamente técnica, utilizando un enfoque descriptivo-correlacional y un diseño pre-experimental. La investigación abarcó una población y muestra de 60 especímenes. La deducción resultante muestra que la adición de grafito al hormigón reciclado tiene un impacto positivo en su resistencia. En concreto, se estableció que la proporción óptima de grafito es del 1%, lo que se traduce en una mejora de la resistencia a la compresión y a la tracción. Además, el uso de grafito dio lugar a una reducción de la permeabilidad del hormigón reciclado, haciéndolo apto para aplicaciones como falsos suelos y sardineles.

Asimismo, Miranda (2020) El objetivo principal de este estudio "Influencia del 3% y 5% del grafito en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm²" era evaluar la influencia de concentraciones de grafito del 3% y el 5% en relación con el peso del cemento sobre la resistencia a la compresión del hormigón, evaluada a 210 kg/cm². Para esta investigación, obtuvimos grafito en polvo, una sustancia disponible comercialmente proporcionada por Asbury Carbons. El diseño se derivó de la norma ACI 211.1. Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión sobre la media de 5 probetas durante períodos de curado de 3, 7, 14 y 28 días, tanto para un diseño de mezcla estándar como para una mezcla de hormigón con adiciones de grafito del 3% y el 5%. Los resultados mostraron un aumento del 12,59% en la resistencia a la compresión con la adición de 3% de grafito, y una mejora del 3,16% con la adición de 5% de grafito después de 28 días. Los resultados indican que la utilización de grafito ofrece ventajas tanto para aplicaciones a largo como a medio plazo. Se recomienda realizar más investigaciones sobre el grafito y su uso en muchas industrias tecnológicas, como la construcción de carreteras y los



sistemas hidráulicos. Esto acelerará el avance de metodologías de construcción pioneras y reforzará el dominio de la tecnología del hormigón.

2.1.3 Antecedentes locales.

Según Ccopa (2018) El objetivo principal de este trabajo "Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto" es evaluar la influencia de una adición nanotecnológica, concretamente el grafeno, en las propiedades del hormigón recién mezclado y solidificado. Se ha llevado a cabo una amplia investigación y examen de la cuestión, descubriendo que el aditivo ofrece impactos ventajosos. De ahí que sea una opción encomiable para el progreso de la tecnología del hormigón. El estudio consistió en realizar pruebas comparativas entre hormigón estándar sin grafeno y hormigón con diferentes proporciones de peso de cemento. La proporción de peso de grafeno oscilaba entre el 0,5%, el 1% y el 1,5%. El hormigón convencional se diseñó con el objetivo de alcanzar una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² durante un periodo de 28 días. El hormigón mostró uniformidad y una notable capacidad para soportar la compresión debido a su elevada resistencia a la compresión. Al examinar el hormigón recién mezclado, se demostró que la inclusión de grafeno da lugar a una mayor viscosidad en comparación con el hormigón convencional. La magnitud de este aumento depende de la cantidad de grafeno incluido. Se ha observado que la incorporación de grafeno en hormigón completamente curado y endurecido por inmersión aumenta significativamente la resistencia a la compresión del hormigón. Además, está claro que la influencia más sustancial tiene lugar durante un periodo de solidificación de 7 días, actuando como catalizador. Además, se ha visto que los efectos disminuyen a medida que aumenta la concentración de grafeno, lo que se traduce en una estabilización de la resistencia a la compresión.



2.2 Bases teóricas.

2.2.1 *La Industria de la construcción.*

La industria de la construcción es responsable de la planificación estratégica, el diseño, la ejecución y el mantenimiento de estructuras residenciales, comerciales e industriales. Es un componente crucial de la economía global. Este sector abarca una amplia gama de actividades, incluida la construcción de viviendas residenciales y edificios comerciales, así como la implementación de proyectos de infraestructura pública de diferentes escalas, como sistemas de alcantarillado, puentes y carreteras. Las partes interesadas clave en la industria incluyen arquitectos, ingenieros, contratistas, subcontratistas, proveedores de materiales y equipos y reguladores gubernamentales responsables de hacer cumplir los estándares de calidad y seguridad. (Ccopa Mamani, 2018)

Cada proyecto dentro del sector de la construcción posee características distintas en términos de diseño, materiales, técnicas de construcción y demandas específicas, lo que contribuye al elevado nivel de complejidad e inestabilidad de la industria. La gestión precisa del proyecto requiere una planificación meticulosa, una coordinación precisa y una implementación meticulosa para garantizar la finalización oportuna y el cumplimiento de las restricciones financieras, todo ello manteniendo estrictos estándares de calidad y seguridad. La industria de la construcción adopta continuamente nuevas tecnologías a través de técnicas como la construcción modular, la incorporación de BIM (Building Information Modelling) y la prioridad de métodos sostenibles para reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia energética de los edificios. Los avances tecnológicos están revolucionando el proceso de conceptualización, creación y construcción de proyectos, mejorando así la capacidad de la industria para resistir los desafíos existentes.



Por su influencia en los sectores natural, económico y cultural, la industria de la construcción es crucial para el crecimiento de cualquier nación. La industria de la construcción incluye todo lo que se puede industrializar para construir entornos habitables y todas las infraestructuras que necesitamos con la máxima calidad. Desde el principio de los tiempos, cuando las personas tomaron la decisión de asentarse en un lugar determinado y crear sus hogares permanentes para protegerse de los cambios medioambientales, la industria de la construcción ha existido. En consecuencia, la ciclópea 8 fue el primer punto en el que los edificios proporcionados cumplieron con los planes y criterios (Alvarado, 2014), ciertamente, la idea de una ciudad. Hay dos categorías distintas de edificios de este período prehistórico: megalíticos 7 y Hay construcciones adicionales, más sencillas, que han existido desde el principio de los tiempos además de éstas.

2.2.2 El grafito.

En virtud de la relación etimológica de la palabra con el verbo griego "graphein", que significa "escribir", es obvio que el grafito se ha utilizado para escribir y dibujar desde la noche de los tiempos. (Ahmad, Al-Dala'ien, & Itam, 2022)

Sus átomos constituyentes están presentes en tres dimensiones y forman una estructura cristalina. (Gervacio & Ceballos, 2018)

El grafito natural es un alótropo que va del gris al negro lustroso y tiene un peso específico de 2.200 kg/m³. También es estable a altas temperaturas, químicamente resistente, inodoro, no tóxico, pegajoso o resbaladizo al tacto y un magnífico conductor del calor y la electricidad. Suele aparecer en forma de granos escamosos, creados por el metamorfismo del material en los sedimentos, y está presente en mármoles y lupites. Está relacionado con minerales como la calcita, la pirita, el cuarzo y los óxidos de hierro. (Dirección General de Desarrollo Minero, 2018)

El grafeno es una estructura formada por capas de átomos de carbono colocadas en paralelo y extendidas en forma de hexágonos, lo que se conoce como grafeno. Una de las células hexagonales del grafeno, si tuviéramos que medirla, tendría un tamaño de 0,6708 nm. (Cabrera, Caterbeti, Scarzo, & San Rafael, 2018).

2.2.2.1 Propiedades físicas del grafito

El grafito contiene una armadura cristalina común y una cantidad significativa de anisotropía, lo que implica que, si las características del componente se midieran en todas las direcciones, cambiarían o se modificarían. Visto así, esa isotropía podría ser bastante beneficiosa para las cualidades del grafito. (Cabrera, Caterbeti, Scarzo, & San Rafael, 2018).

En la siguiente tabla podremos visualizar las propiedades físicas del grafito.

Tabla 2

Propiedades físicas del grafito

Forma cristalina	Hexagonal
Color	Negro a gris oscuro
Densidad	2.09 a 2.23 g/cm ³

Densidad: Todos los materiales a base de grafito tendrán densidades extremadamente bajas debido a defectos estructurales como la porosidad, que es una característica deseable, especialmente para aplicaciones aeronáuticas. (Cabrera, Caterbeti, Scarzo, & San Rafael, 2018).

2.2.2.2 Propiedades terminas del grafito.

Salvo la densidad, ninguna de las características físicas mencionadas se ve afectada por la dimensión y el patrón de los cristales. Por lo tanto, se considera que son aplicables a cualquier forma o molde que pueda adoptar el grafito.

Se alcanzan de 8,033 a 8,635 J/mol. K de calor específico, y el grafito se aproxima a una capacidad calorífica molar de 25°C. Se descubrió que su capacidad aumenta junto con la temperatura. (Cabrera, Caterbeti, Scarzo, & San Rafael, 2018).

b) conductividad del calor. "La anisotropía del cristal de grafito tiene un impacto significativo en las propiedades térmicas de conductividad y expansión. El tiempo de transferencia de calor por conducción es el producto de K, conductividad", (Cabrera, Caterbeti, Scarzo, & San Rafael, 2018).

Con 4180 W/m.K, el grafito ha alcanzado una elevada conductividad térmica. Sin embargo, comercialmente, el valor medio del grafito es de unos 390 W/m K en las direcciones ab. Utilizando este conocimiento, el grafito puede distinguirse de los metales y cerámicas altamente conductores como buen conductor del calor. (Cabrera, Caterbeti, Scarzo, & San Rafael, 2018).

En comparación con el plástico fenólico, el valor para la dirección c es de aproximadamente 2,0 W/m.K, lo que convierte al grafito en un magnífico aislante térmico. (Cabrera, Caterbeti, Scarzo, & San Rafael, 2018).

2.2.2.3 Propiedades eléctricas de grafito

El grafito, un alótropo de carbono caracterizado por su peculiar estructura, posee características eléctricas únicas que lo diferencian de otros materiales conductores de electricidad. El grafito está formado por átomos de carbono organizados en un patrón hexagonal llamado red de grafeno a nivel atómico. Cada átomo de carbono en esta red forma enlaces covalentes con otros tres átomos de carbono, lo que resulta en la existencia de un electrón desapareado en cada átomo. El grafito tiene una excelente conductividad eléctrica como resultado del movimiento ilimitado de sus electrones deslocalizados dentro de las capas. El grafito posee una disposición estratificada que le permite exhibir una



conductividad eléctrica excepcional dentro del plano de sus capas. Sin embargo, tiene un bajo nivel de conductividad en una dirección perpendicular a estas capas, principalmente debido a las débiles fuerzas de Van der Waals que mantienen unidas las capas. (Ambientum, 2000)

La excepcional conductividad eléctrica del grafito se debe principalmente a la notable movilidad de los electrones π , que pueden viajar sin restricciones dentro de la estructura bidimensional del grafeno. Esta acción tiene similitudes con los procesos observados en los metales, donde la presencia de electrones libres permite el movimiento de la corriente eléctrica. El grafito tiene una resistencia eléctrica relativamente baja dentro de sus capas, alrededor de 3×10^{-5} ohmios por metro. Esta característica mejora enormemente la eficiencia de las aplicaciones que requieren transferencia de energía. Sin embargo, la resistividad experimenta un aumento significativo cuando se requiere que la corriente atraviese las capas, lo que impone una restricción en algunas aplicaciones. (Luis A. Rendonn & Korody E., 2008)

El grafito tiene características tanto de conductividad eléctrica como semiconductoras en determinadas circunstancias. Al emplear el método de dopaje, es posible modificar las características eléctricas del grafito introduciendo átomos de otros elementos, manipulando así el número de electrones libres presentes. En consecuencia, ahora se puede utilizar en muchas aplicaciones eléctricas y de sensores. Los ejemplos ilustrativos incluyen electrodos de batería, materiales anódicos empleados en pilas de combustible y componentes de sistemas electrónicos sofisticados. La excepcional estabilidad química y térmica del grafito, junto con su excelente conductividad, lo convierten en un material muy codiciado en varios sectores de ingeniería y tecnología eléctrica. (Luis A. Rendonn & Korody E., 2008).

2.2.2.4 Características del grafito sintético

En los últimos 40 años se han añadido demasiados componentes con características refinadas que se generan a partir del grafito. Algunas sustancias muestran rasgos de un cristal de grafito perfecto, incluida una estructura altamente anisotrópica. Otras tienen una anisotropía reducida, lo que no siempre se considera un inconveniente; las características isotrópicas suelen ser una forma de rasgos admirables. No importa de dónde procedan o cómo se alteren, todos los precursores orgánicos de los materiales de grafito y carbono incluyen grafito moldeado a partir de alquitrán de hulla y coque de petróleo, grafito pirolítico a partir de metano y otros hidrocarburos gaseosos, fibras vítreas de carbono y polímeros, negro de humo a partir de gas natural, carbón vegetal y carbón vegetal, entre otros. Para crear materiales de carbono y grafito, estos precursores orgánicos deben someterse regularmente a procesos de carbonización y grafitización. Con la notable excepción del grafito pirolítico producido por el proceso de deposición de vapor, los pasos más desafiantes que suelen estar implicados en la producción de estos materiales sintéticos son la carbonización y la grafitización. (Cabrera, Caterbeti, Scarzo, & San Rafael, 2018).

2.2.3 *El suelo como material de construcción*

El suelo ha sido empleado como material de construcción desde la antigüedad debido a su abundante disponibilidad, bajo costo y propiedades ventajosas para la edificación. La composición se compone principalmente de una mezcla de partículas minerales, sustancias orgánicas, agua y aire. La composición y características de los diferentes tipos de suelo varían considerablemente, lo que afecta su idoneidad para diversos fines de construcción. Los suelos arcillosos, limosos y arenosos se utilizan comúnmente en la construcción debido a sus características únicas que los hacen aptos para diferentes usos. (Ortega, 2009).

El suelo tiene varias ventajas como material de construcción. En primer lugar, es un recurso abundante y de fácil acceso en la región local, lo que reduce los costos asociados con el transporte y la huella ambiental de la construcción. Además, el suelo presenta excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico, lo que mejora la eficiencia energética de los edificios. Los suelos arcillosos tienen la capacidad de moldearse y compactarse formando estructuras resilientes y duraderas. Técnicas como la construcción con adobe, tierra apisonada y bloques de tierra compactada (CBT) incluyen la utilización de suelo fortificado con aditivos naturales o químicos para mejorar su robustez mecánica y longevidad. (Ortega, 2009).

Realizar un análisis exhaustivo del suelo es crucial para determinar su idoneidad para el proyecto específico. Esto implica evaluar aspectos como la distribución del tamaño de las partículas, el contenido de agua, las restricciones en la textura y la capacidad de carga. Además, es importante garantizar que el suelo esté adecuadamente estabilizado y compactado para mitigar problemas como asentamiento, erosión y disminución de resistencia. La estabilización es el proceso de mejorar la capacidad del suelo para adherirse y resistir el desgaste mediante la introducción de cal, cemento o fibras naturales. . (Oteiza, 2002)

El suelo es un material de construcción versátil y respetuoso con el medio ambiente que, utilizado correctamente, puede ofrecer soluciones constructivas eficientes y sostenibles. Para capitalizar eficazmente los beneficios y mitigar las limitaciones de un material, es fundamental tener un conocimiento exhaustivo de sus propiedades y emplear técnicas adecuadas para su fabricación y conservación. El estudio y desarrollo continuo de tecnologías avanzadas de estabilización de suelos y construcción tienen el potencial de mejorar su uso en la construcción sostenible en el futuro. (Oteiza, 2002)

2.2.4 El cemento como elemento en la construcción

Cuando el agua se combina con ella, se inicia una secuencia de eventos químicos llamados hidratación. Las reacciones químicas inducen al cemento a sufrir un proceso de



solidificación y endurecimiento, lo que da como resultado la formación de una estructura duradera y duradera. El cemento Portland, el tipo predominante, se produce calentando una mezcla de piedra caliza y arcilla en un horno a temperaturas elevadas, lo que da como resultado clinker finamente pulverizado y una pequeña cantidad de yeso.

El cemento posee características cruciales que lo convierten en un componente vital dentro del sector de la construcción. La solidificación subacuática permite el desarrollo de estructuras en condiciones húmedas y acuosas. Además, el material compuesto formado combinando cemento con elementos como arena, grava y agua es extremadamente adaptable y ampliamente utilizado en la construcción de diversas estructuras, incluidos edificios, puentes, carreteras, presas y otros proyectos de infraestructura.

La producción y utilización del cemento también entrañan importantes ramificaciones medioambientales. La fabricación de cemento consume mucha energía y contribuye significativamente a las emisiones mundiales de dióxido de carbono. La industria se esfuerza continuamente por disminuir su impacto ambiental y disminuir su huella ecológica. Estos métodos implican el uso de aditivos cementosos y otras sustancias, como cenizas volantes y escoria de alto horno, para mejorar la eficiencia energética de los hornos y crear nuevos tipos de cemento que emitan niveles reducidos de carbono. Además, el uso del reciclaje del hormigón y la integración de materiales de demolición como áridos tienen una influencia significativa en el fomento de la construcción sostenible.

El cemento es un elemento esencial en la construcción contemporánea, sirviendo como ingrediente crucial en la construcción de edificios resistentes, duraderos y adaptables. El enfoque principal actual es el progreso continuo y la mejora de las metodologías de ingeniería civil y construcción sostenible. El objetivo es lograr una condición de equilibrio y unidad en la que se satisfaga el requisito de una infraestructura sólida y al mismo tiempo se cumpla nuestra obligación con el medio ambiente. (Moreno, 2009).



2.2.4.1 Origen del cemento

El origen del cemento se remonta a la antigüedad, cuando las primeras civilizaciones utilizaban formas básicas de materiales similares al cemento para la construcción. Los antiguos egipcios, hace unos 4.000 años, fueron pioneros en el empleo de un tipo de cemento elaborado a partir de yeso calcinado para construir las pirámides. Posteriormente, los griegos y romanos mejoraron y perfeccionaron el uso de materiales similares al cemento mezclando cal viva con puzolana, un tipo de ceniza volcánica. En consecuencia, se creó un cemento hidráulico que podía solidificarse y endurecerse, incluso estando sumergido en agua. El cemento romano, conocido como "opus caementicium", se utilizó en monumentos arquitectónicos de renombre como el Panteón y el Coliseo, demostrando su notable durabilidad y robustez.

El resurgimiento y avance del cemento moderno comenzó en el siglo XVIII. John Smeaton, un ingeniero británico, logró un avance notable en 1756 al desarrollar un tipo de cemento más duradero diseñado específicamente para la construcción del faro de Eddystone. Lo logró mezclando piedra caliza y arcilla. Joseph Aspdin, albañil inglés, es reconocido como el verdadero precursor del cemento contemporáneo. En 1824, adquirió una patente para un producto que denominó "cemento Portland" debido a su parecido con la piedra Portland, ampliamente utilizada en la construcción inglesa. Aspdin utilizó el proceso de calcinación en una mezcla de piedra caliza y arcilla, produciendo un material que, cuando se molía finamente y se mezclaba con agua, tenía características adhesivas notables. Este hito marcó el inicio de la industria cementera en su estado actual.

La fabricación y utilización del cemento Portland experimentó una expansión sustancial a lo largo del siglo XIX, impulsada por la Revolución Industrial y la creciente urbanización. La aplicación de tecnología de punta en los procedimientos de calcinación y molienda del clinker, junto con la integración de aditivos para mejorar las propiedades del cemento, permitieron mejorar la eficiencia y consistencia en su producción. El cemento fue

crucial en el avance de la infraestructura moderna durante el siglo XX, ya que se empleó ampliamente en la construcción de edificios, puentes, presas y carreteras. La investigación en curso se ha centrado en mitigar el impacto ambiental del cemento mediante la exploración de materiales alternativos y la implementación de métodos de fabricación más sostenibles.

Los antiguos egipcios y romanos lograron importantes avances en la producción de cemento, que han tenido un profundo impacto en las técnicas de construcción modernas. Desde su examen inicial de sustancias orgánicas hasta su mejora continua del cemento Portland, el cemento ha demostrado ser indispensable en la construcción, transformando fundamentalmente las posibilidades arquitectónicas y técnicas a escala mundial.

2.2.4.2 Componentes del cemento

✓ Silicato tricálcico

La alita, también conocida como silicato tricálcico, es un componente principal del cemento Portland. El clinker de cemento se compone de alrededor de un 50 a un 70 % de silicato de calcio, con la fórmula química Ca_3SiO_5 . El C3S es un elemento crucial en todo el proceso de fabricación del cemento, desde su fabricación inicial hasta su posterior desarrollo de resistencia. Cuando reacciona con el agua, libera una cantidad importante de calor y forma hidratos de silicato de calcio. La construcción de carreteras y los proyectos urgentes son dos casos en los que la resistencia temprana es crucial, y el C3S es esencial para estas aplicaciones debido a su reacción exotérmica, que es vital para un crecimiento rápido.

✓ Silicato dicálcico

La belita, comúnmente conocida como silicato dicálcico, es un componente clave del clinker de cemento Portland. Su fórmula química es silicato de calcio (Ca_2SiO_4). Constituye entre el 15 y el 30 por ciento del clinker. El C2S desempeña un papel crucial a

la hora de mejorar la durabilidad del cemento a lo largo del tiempo. A diferencia del C3S, presenta una reacción más lenta al agua.

✓ **Aluminio tricálcico y aluminio tetracálcico**

El clinker de cemento Portland incluye pequeñas cantidades de aluminato tricálcico (C3A, $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$) y aluminato tetracálcico (C4AF, $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$), aunque estos niveles son significativos (5-10% para C3A y 5-15% para C4AF, respectivamente). La etringita se produce por la reacción entre el compuesto químico C3A y el agua y los sulfatos presentes en la mezcla de cemento. Este método puede tener un impacto significativo en las características de fraguado y la durabilidad inicial del cemento. Sin embargo, la rápida respuesta del material y la intensa liberación de calor pueden plantear desafíos en ambientes cálidos, lo que requiere el uso de agentes reguladores como el yeso. La presencia del compuesto que contiene hierro C4AF mejora la capacidad del cemento para resistir el ataque de sulfatos y aumenta su durabilidad; sin embargo, tiene un impacto mínimo en la mejora de la resistencia. El uso de C4AF en el cemento contribuye a su apariencia más gris.

✓ **Óxido de magnesio**

Normalmente, un lote de cemento Portland tiene menos del 5% de óxido de magnesio. El clinker se produce cuando ciertos minerales, como la dolomita, se encuentran en las materias primas necesarias para su producción. Si bien el óxido de magnesio no tiene un impacto sustancial en las características mecánicas del cemento, una cantidad excesiva puede provocar una expansión y agrietamiento no deseados. Esto se debe a que el proceso de hidratación puede dar lugar a la formación de brucita. Por lo tanto, la cantidad de óxido de magnesio presente en el clinker se regula meticulosamente para garantizar la estabilidad y durabilidad del cemento.

✓ **Trióxido de azufre.**

El trióxido de azufre, componente necesario para la fabricación del cemento Portland, se encuentra en sulfatos como el yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). El trióxido de azufre

(SO₃) regula la interacción entre el aluminato tricálcico (C₃A) y el agua para influir en el fraguado del cemento. El yeso se agrega al concreto con el fin de retrasar su tiempo de fraguado inicial, permitiendo así una mayor duración de los procesos de mezclado, vertido y acabado. El control preciso de la cantidad de SO₃ es crucial debido a la posibilidad de que cantidades excesivas conduzcan a la creación de compuestos expansivos que pueden comprometer la resistencia estructural del cemento.

✓ Óxido de potasio y óxido de sodio

El clínker de cemento Portland, al ser de naturaleza alcalina, incluye pequeñas cantidades de óxidos de potasio y sodio. Si bien es posible que estos compuestos no tengan un impacto sustancial en la resistencia del cemento, podrían inducir reacciones álcali-agregado, que pueden comprometer la durabilidad del material. Los álcalis inducen la expansión y la fractura del hormigón por su reacción con ciertos agregados de sílice amorfa. Durante la producción de clínker, las cantidades de K₂O y Na₂O se regulan meticulosamente para mitigar los riesgos potenciales relacionados con estas reacciones nocivas.

2.2.4.3 Características físicas y mecánicas del cemento

Podemos apreciar de entre las características tanto físicas como también mecánicas más importantes de las que podemos mencionar los que se muestran a continuación:

➤ **Finura del molido:** La finura de molienda del cemento se refiere a las dimensiones de las partículas presentes en el polvo de cemento. Este atributo es crucial ya que afecta directamente la velocidad a la que se produce la hidratación y, posteriormente, la cantidad de resistencia que puede alcanzar el cemento. Una mayor finura conduce a una superficie específica elevada, lo que facilita una interacción más rápida con el agua y una liberación más rápida del calor producido durante la hidratación. La evaluación de la finura del cemento se realiza comúnmente mediante la técnica de Blaine, que mide el área de superficie específica del cemento en cm²/g, o realizando un análisis de tamiz para



determinar la fracción de cemento que puede pasar a través de un determinado tamiz. Los cementos de textura más fina se utilizan para aplicaciones que necesitan una alta resistencia inicial y una rápida solidificación.

➤ **Expansión:** La expansión del cemento se refiere a la capacidad del material de conservar sus dimensiones una vez fraguado y endurecido. Esta característica se evalúa para garantizar que el cemento no experimente expansiones volumétricas perjudiciales que podrían provocar grietas o fallas estructurales en los edificios. La prueba de Le Chatelier es la técnica predominante empleada para cuantificar y determinar la magnitud del crecimiento. Se evalúa el posible aumento de tamaño resultante de la presencia de cal libre y óxido de magnesio. Gestionar eficientemente el desarrollo de estructuras de hormigón es crucial para garantizar su durabilidad y estabilidad duraderas, especialmente en situaciones que necesitan mediciones precisas y resistencia a condiciones climáticas adversas.

➤ **Fraguado:** El fraguado del cemento se refiere al proceso mediante el cual la mezcla de cemento y agua cambia de forma líquida a sólida. El enfoque consta de dos etapas claramente definidas: la instalación inicial y la configuración final. El tiempo de fraguado del cemento es una variable crítica que afecta su desempeño en la construcción, determinando su trabajabilidad y la duración de las actividades de edificación. La aguja Vicat se emplea frecuentemente para realizar pruebas de fraguado, en las que cuantifica el grado de penetración de una aguja estandarizada en una pasta de cemento. Determinar con precisión cronogramas predeterminados es esencial para coordinar eficientemente las distintas fases de mezclado, transporte, vertido y finalización del hormigón.

➤ **Fraguado inicial:** La primera fase ocurre cuando la pasta de cemento sufre una transformación de una condición maleable a una condición solidificada. Esta etapa es



crucial para el manejo y colocación del concreto, ya que indica el final del período de tiempo designado para trabajar con el mismo. Según las normas, la primera instalación debe realizarse en un plazo determinado para garantizar que el material pueda manipularse adecuadamente durante el proceso de instalación sin prisas. El primer tiempo de fraguado del cemento generalmente oscila entre 30 minutos y 2 horas después de su mezcla con agua.

➤ **Fraguado final:** El fraguado final se produce cuando la pasta de cemento ha alcanzado la rigidez suficiente y ha perdido por completo su plasticidad o capacidad de ser moldeada o moldeada. Este momento representa el final de la primera etapa de establecimiento y el comienzo de la expansión de la resistencia. Identificar con precisión el momento preciso en el que finaliza el proceso de fraguado es crucial para planificar tareas posteriores, como la eliminación del molde y la mejora de la calidad de la superficie. Por lo general, la mezcla de cemento y agua tarda unas 10 horas en endurecerse por completo. Una duración adecuada del tiempo de fraguado final asegura que el hormigón haya alcanzado la rigidez suficiente para soportar pequeñas cargas y comenzar el proceso de curado.

➤ **Falso fraguado:** El falso fraguado se refiere al fenómeno en el que el cemento parece endurecerse prematuramente después de mezclarlo con agua, sin un aumento significativo de su resistencia. Volver a mezclar puede prevenir esta tendencia y restaurar la elasticidad, eliminando así la necesidad de más agua. La principal causa del fraguado defectuoso durante el proceso de fraguado del cemento es el secado del yeso añadido al clínker, lo que ayuda a controlar el proceso de fraguado del cemento. Este desequilibrio puede ocurrir debido a condiciones de almacenamiento insuficientes o a un pulido excesivo del yeso. La gestión eficiente del almacenamiento y la fabricación del cemento es esencial para evitar la solidificación prematura y preservar la consistencia y calidad del hormigón en la obra.



2.2.4.4 Efectos del cemento en el suelo

Los ingenieros civiles suelen utilizar cemento para mejorar las características físicas y mecánicas del suelo y aumentar su estabilidad. La estabilización del suelo con cemento se refiere a la práctica de utilizar cemento Portland en combinación con suelo excavado de origen natural o bien mezclado. Las propiedades del suelo sufren cambios como resultado de interacciones químicas que potencian la humedad y los procesos puzolánicos. Esta técnica mejora la capacidad de carga del suelo, reduce su flexibilidad y aumenta su resistencia a la erosión y la congelación. La adición de cemento al suelo tiene un impacto notable en su resistencia a la compresión, que se refiere a la capacidad del suelo para soportar cargas estructurales. Importantes proyectos de infraestructura, como carreteras y aeropuertos, pueden beneficiarse de estas capacidades.

La estabilización con cemento disminuye la plasticidad del suelo, que se refiere a su capacidad para soportar la deformación sin fracturarse. Los suelos altamente flexibles pueden presentar desafíos en la construcción debido a su susceptibilidad a la deformación bajo cargas pesadas. Después del tratamiento con cemento, la flexibilidad del suelo disminuye significativamente, lo que facilita su compresión y mejora su integridad estructural. Además, el cemento agente cohesivo une eficazmente las partículas del suelo, lo que da como resultado una estructura más condensada y distribuida uniformemente. La compactación del suelo reduce su porosidad, lo que resulta en una menor infiltración de agua y una mayor resistencia a los ciclos de congelación y descongelación.

Un resultado notable de la cementación del suelo es la mayor durabilidad del suelo estabilizado. El cemento y los minerales del suelo interactúan para mejorar la resistencia del suelo mediante la formación de compuestos duraderos, como los silicatos de calcio hidratados. La durabilidad del piso se vuelve crucial cuando se somete a condiciones ambientales adversas como ácidos, sales descongelantes y otras sustancias corrosivas. Otra ventaja significativa es la reducida expansión volumétrica y sedimentación, particularmente beneficiosa para suelos arcillosos que experimentan variaciones



significativas en los niveles de humedad, lo que lleva a expansión y contracción. La estabilización con cemento reduce estos desplazamientos, lo que resulta en una base más segura y consistente para la construcción.

En definitiva, la incorporación de cemento al suelo provoca alteraciones sustanciales en sus características, volviéndolo más impermeable a fuerzas externas, preservando su integridad y asegurando su longevidad. El cemento es un componente crucial en la ingeniería civil debido a sus propiedades esenciales como agente estabilizador. Permite la utilización de suelos autóctonos en proyectos de construcción que de otro modo requerirían recursos importados más costosos. Este enfoque es rentable y ecológicamente beneficioso, ya que minimiza la necesidad de recolectar y transportar materiales de construcción superfluos. La eficacia y la sostenibilidad a largo plazo de la estabilización dependen de pruebas exhaustivas del suelo y de la utilización de una composición de mezcla específica.

2.2.5 Principios de estabilización de tierra

La estabilización de suelos implica mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos mediante el uso de productos químicos estabilizadores. Este enfoque es esencial en ingeniería civil para evaluar la idoneidad de los suelos nativos como materiales de construcción, concretamente en el desarrollo de carreteras, pavimentos, terraplenes y cimientos. Los conceptos de estabilización de suelos implican varias tácticas y procedimientos destinados a mejorar la capacidad del suelo para soportar peso, aumentar su resistencia a la humedad y reducir su susceptibilidad a la erosión y los movimientos de tierra. Las técnicas utilizadas pueden abarcar métodos mecánicos, químicos o una combinación de ambos.

La estabilización del suelo es el proceso de modificar la composición del suelo agregando productos químicos estabilizadores como cal, cemento, cenizas volantes y otros aditivos químicos. Estos elementos reaccionan químicamente con los componentes



del suelo, promoviendo la formación de compuestos que mejoran la cohesión y densidad del suelo. Por ejemplo, la reacción química entre la cal, el cemento y las arcillas del suelo conduce a una reducción de su maleabilidad y a una mejora de su rigidez y longevidad. La interacción entre estos estabilizadores y el suelo conduce a la creación de compuestos de silicato y aluminato de calcio hidratado. Luego, estos químicos se adhieren a las partículas del suelo, lo que resulta en la formación de un agregado más fuerte y estable. El procedimiento de estabilización química es especialmente ventajoso para suelos arcillosos y limosos, ya que presentan dificultades debido a su alta fluidez y baja capacidad de carga.

Además de la estabilidad química, las medidas mecánicas son cruciales para mejorar la calidad del suelo. La compactación es un proceso mecánico esencial que utiliza energía para reducir los huecos y mejorar la densidad del suelo. Esta técnica mejora significativamente la capacidad del suelo para soportar cargas pesadas y mantener la estabilidad al reducir su permeabilidad y tendencia a asentarse. La compactación se puede lograr empleando rodillos vibratorios, compactadores de placas y otras máquinas especializadas. Un enfoque que tiene éxito en producir estabilización mecánica implica la mezcla de suelos con diferentes tamaños de partículas para generar una distribución más homogénea. Este proceso mejora la estructura general y la estabilidad del suelo.

La regulación de la humedad del suelo es un factor vital para mantener la estabilidad del suelo. La presencia de humedad afecta significativamente las propiedades de los suelos, como su maleabilidad y resistencia a las presiones externas. La aplicación de estabilizadores al suelo puede controlar eficazmente los niveles de humedad, lo cual es crucial para mantener la estabilidad y durabilidad del suelo tratado. Por ejemplo, el uso de cal puede reducir la capacidad de absorción de agua del suelo y mejorar su resistencia a las fluctuaciones en los niveles de humedad. Manejar adecuadamente la humedad durante y después del proceso de estabilización es esencial para mantener la retención a largo plazo de las características mejoradas del suelo tratado.

Los principios de estabilización del suelo abarcan la modificación de las propiedades del suelo mediante técnicas químicas y mecánicas para mejorar su capacidad para soportar cargas, reducir su flexibilidad y aumentar su longevidad. La selección de técnicas y agentes estabilizadores apropiados depende de las características particulares del suelo y los requisitos del proyecto. La estabilización de la tierra no sólo maximiza el uso de los recursos locales, sino que también mejora la sostenibilidad y la viabilidad económica de los proyectos de construcción al reducir la necesidad de materiales importados y extender la vida útil de la infraestructura.

2.2.5.1 Estabilización química

La estabilización química del suelo es un proceso que mejora las propiedades mecánicas y físicas del suelo añadiendo productos químicos que lo estabilizan. La interacción entre los componentes del suelo y los agentes estabilizadores conduce a procesos químicos que aumentan la cohesión, densidad y resiliencia del suelo. Este procedimiento es responsable de mejorar la calidad del suelo. Los estabilizadores químicos suelen comprender cal, cenizas volantes, cemento y otros aditivos como silicatos y polímeros. La elección de estos materiales depende de la composición del suelo y de los beneficios previstos, como una menor flexibilidad, una mayor capacidad de carga y una mayor resistencia a la erosión y los ciclos de congelación y descongelación.

La cal se emplea frecuentemente como agente estabilizador de suelos que poseen una cantidad sustancial de arcilla o limo. La cal del suelo se activa mediante una secuencia de procesos químicos que finalmente producen hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$ al hidratar la cal viva (CaO). Al interactuar con los minerales arcillosos, esta molécula sufre una reacción química que da como resultado la síntesis de compuestos de sílice y aluminato de calcio. Estos tratamientos dan como resultado una reducción significativa de la flexibilidad del suelo y una mejora de su resistencia y estabilidad. La cal es una opción muy adecuada



para la construcción de carreteras, cimientos y otras estructuras que necesitan un suelo estable, ya que mejora la trabajabilidad y la capacidad de carga del suelo.

El cemento Portland es un estabilizador químico comúnmente empleado que, cuando se mezcla con agua, forma una estructura robusta y duradera en el suelo. Cuando el cemento se mezcla con tierra y sufre una reacción química con el agua, produce productos de hidratación, como compuestos de silicato y aluminato de calcio hidratado. La presencia de estos químicos mejora la cohesión y durabilidad de las partículas del suelo al unirlos. La estabilización con cemento es una técnica de gran éxito para mejorar la calidad del suelo que tiene baja capacidad de carga y es propenso a la erosión. Este método es ventajoso para reducir la permeabilidad del suelo y es especialmente eficiente para situaciones que necesitan un control preciso sobre la penetración del agua.

Las cenizas volantes se emplean como agente químico adjunto para estabilizar el suelo. Este es un subproducto que se genera durante la combustión de carbón en las centrales eléctricas. La adición de cal o cemento a las cenizas volantes, concretamente sílice y alúmina reactiva, conduce a la creación de compuestos pozolánicos que mejoran las propiedades del suelo. Esta técnica de estabilización es de gran ayuda en proyectos sostenibles ya que tiene la capacidad de reciclar un subproducto industrial y reducir la necesidad de nuevos recursos. Las cenizas volantes son muy adecuadas para diversas aplicaciones de ingeniería civil debido a su capacidad para mejorar la compactación, resistencia y durabilidad del suelo.

Los procesos químicos provocan cambios en la composición del suelo, lo que lleva a una mejor capacidad de carga, una menor flexibilidad y una mejor resistencia a la erosión y otras tensiones ambientales. La elección del agente estabilizador más adecuado estará determinada.



2.2.5.2 Estabilización física

La estabilización física del suelo mejora las propiedades mecánicas del suelo modificando su estructura física en lugar de utilizar adiciones químicas. Esta práctica utiliza técnicas para alterar la densidad y la disposición de las partículas del suelo, mejorando así la estabilidad del suelo, su capacidad de carga y su resistencia a la erosión. Los posibles métodos para lograr la estabilidad física incluyen la utilización de geosintéticos, mejorar la nivelación y compactar el suelo. En ingeniería civil, estos procesos son esenciales para la construcción de carreteras, terraplenes o cualquier otra construcción que requiera suelo con propiedades mecánicas mejoradas.

Un método muy utilizado y eficaz para garantizar la seguridad física de los materiales es mediante el proceso de compactación de los mismos. Para aumentar la compacidad del suelo y reducir sus espacios vacíos, el procedimiento consiste en aplicar presión mecánica sobre el mismo. Este método mejora la capacidad del suelo para soportar peso al reducir su permeabilidad y aumentar su resistencia a la sedimentación. Se pueden utilizar varios equipos para la compactación, incluidos rodillos vibratorios, compactadores de placas y tambores vibratorios. La eficacia de la compactación está influenciada por varios factores, incluido el nivel de humedad del suelo y el equipo empleado para la compresión. El suelo bien compactado exhibe una estabilidad estructural superior y una mayor resistencia a la deformación cuando se somete a tensión.

Para lograr la estabilidad física, es fundamental mejorar la granulometría del suelo. Al manipular la distribución del tamaño de las partículas del suelo, se puede lograr una mezcla de suelo más uniforme y duradera con este método. Esta técnica implica la mezcla de partículas de diferentes tamaños para llenar huecos, lo que da como resultado la formación de una estructura de suelo densa y unificada. Para mejorar la estabilidad y textura del suelo, el proceso puede implicar mezclar suelos autóctonos con arenas o gravas.

Los geosintéticos son una técnica moderna que mejora la estabilidad física tradicional. Los geosintéticos se refieren a materiales artificiales como mallas geotextiles, geomembranas y geomallas que, cuando se insertan en el suelo, mejoran sus propiedades estructurales. Estos materiales mejoran la dispersión de las cargas aplicadas, controlan el movimiento del agua y fortalecen el suelo. Las mallas geotextiles se encargan de la separación y fortalecimiento de las capas del suelo, mientras que las geomembranas se utilizan para la impermeabilización. Los geosintéticos ofrecen una opción confiable y duradera cuando otros métodos de estabilización del suelo son demasiado costosos o las condiciones son particularmente desafiantes.

La compactación, la alteración de la distribución del tamaño de las partículas y la utilización de geosintéticos son técnicas de estabilización física que mejoran las propiedades mecánicas del suelo. El proceso de preparación del suelo para la construcción de infraestructura implica muchos métodos que buscan mejorar la compactación, la capacidad de carga y la resistencia del suelo. La selección del método de estabilización física está determinada por las cualidades del suelo y los requisitos específicos del proyecto, con el objetivo de lograr un estado del suelo más estable y confiable y minimizar el riesgo de problemas estructurales a largo plazo.

Estabilización por fibras:

Mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad del suelo es el principal objetivo de los esfuerzos de estabilización que implican el uso de fibras sintéticas o naturales. La modificación química del suelo es un enfoque para mejorar el desempeño del suelo en ambientes hostiles al hacerlo más resistente al estrés, la deformación y la tracción. Los refuerzos de fibra del piso distribuyen el peso, reduciendo la probabilidad de grietas y colapsos estructurales. Si su suelo tiene poca capacidad de carga, es extremadamente maleable o necesita más resiliencia y resistencia a la erosión, la estabilización con fibra podría ser el camino a seguir.



La mejora de la resistencia a la tracción del suelo es una ventaja notable de la estabilización de las fibras. La capacidad del suelo para resistir fuerzas de tracción y evitar el colapso se debe al papel de las fibras del suelo como refuerzos internos cuando se distribuyen uniformemente por toda la matriz. La estructura interna del piso está reforzada con polipropileno, nailon o fibras naturales para evitar que colapse bajo el tráfico pesado o la presión. Varios usos dependen de su alta resistencia a la tracción, como terraplenes, pistas y embalses. Las propiedades mecánicas del suelo deben ser perfectas en casos específicos para transporte y cargas de infraestructura.

La disminución de la formación de fracturas es otro beneficio importante de la estabilización de las fibras. La tensión del suelo se distribuye mejor y la tensión localizada se reduce porque las fibras se entrelazan para formar una red estructural. Debido a que las grietas y fisuras son menos visibles, el piso puede mantener su durabilidad y longevidad. El uso de fibras puede aumentar la estabilidad del suelo estabilizado, haciéndolo menos susceptible a la erosión y a los ciclos de hielo y deshielo; esto, a su vez, reduce la cantidad de cuidados necesarios para el suelo con el tiempo.

El proceso de estabilización de fibras tiene el potencial de mejorar la capacidad de compactación del suelo. Debido a que disminuyen la separación de materiales y mejoran la unión entre las partículas del suelo, las fibras del suelo ayudan en la compactación. Como resultado de ser una mezcla más compacta y homogénea, se potencia su resistencia a la deformación y a las fuerzas aplicadas. Una mayor compactación es esencial para construir cimientos fuertes y duraderos porque aumenta la estabilidad del suelo y evita el asentamiento diferencial.

En conclusión, la estabilización de fibras, que puede emplear fibras sintéticas o naturales, ha demostrado ser eficaz para mejorar las propiedades mecánicas del suelo. Los numerosos beneficios del método incluyen una mejor compactación, una menor frecuencia de fracturas y fisuras y una mayor resistencia a la deformación. El tipo de fibra y la dosis ideal están determinados por las calidades del suelo y los parámetros del



proyecto. La estabilización del suelo con fibras mejora su rendimiento, lo que a su vez hace que la infraestructura construida sobre él dure más y dure mejor.

2.2.5.3 Estabilización mecánica

La estabilidad mecánica del suelo se refiere a la capacidad del suelo para conservar su forma y soportar alteraciones de cargas y circunstancias. La estabilidad del suelo se define por su capacidad para soportar cargas aplicadas, movimientos del suelo y fallas estructurales de las estructuras. Los procedimientos de mejora y estabilización mejoran la estabilidad mecánica modificando.

La densidad del suelo gobierna principalmente su estabilidad mecánica. La compactación del suelo es un método vital para aumentar su densidad y, como resultado, su capacidad de carga. La compactación del suelo aumenta la densidad del suelo y disminuye la cantidad de aire entre las partículas del suelo, haciéndolo más resistente a cargas variadas y asentamientos. La compactación mejora la cohesión del suelo, disminuyendo así su vulnerabilidad al colapso y la erosión. Los compactadores de placas y los rodillos vibratorios se utilizan a menudo como maquinaria para lograr el nivel necesario de compactación del suelo.

Los estabilizadores químicos, como la cal o el cemento, mejoran la cohesión al unir eficientemente las partículas del suelo. La mejora de la estabilidad y durabilidad del suelo se logra mediante la creación de compuestos químicamente estables y duraderos que fomentan la cohesión y mejoran la resistencia contra la deformación y el colapso. Al emplear materiales como el polipropileno, el proceso de estabilización de la fibra puede mejorar la durabilidad del suelo, lo que lleva a una distribución más uniforme de las fuerzas y a una reducción del agrietamiento.

Otra característica esencial del suelo mecánicamente estable es su capacidad para soportar el desplazamiento del suelo y fuerzas externas, incluidas vibraciones, tráfico y cargas dinámicas. Para mejorar la capacidad del suelo para resistir movimientos y



tensiones, se emplean procedimientos de estabilización física que incluyen el uso de geosintéticos y la mejora de la granulometría. Los geosintéticos, como las esteras geotextiles y las geomallas, aumentan la resistencia del suelo al ofrecer refuerzo suplementario y mejorar la dispersión de la carga. Estos materiales mejoran la estabilidad de los edificios al mitigar el colapso y el deslizamiento del suelo.

La integridad estructural de un suelo inestable es vital para la viabilidad duradera y la fiabilidad de las construcciones situadas sobre él. Esto se logra aumentando la densidad, la cohesividad y la capacidad de carga del material. Es crucial emplear estrategias de estabilización física y química, además de incluir elementos de refuerzo como fibras y geosintéticos, para mantener las características mecánicas del suelo en diferentes escenarios. La estabilidad mecánica del suelo es fundamental para garantizar la seguridad y el funcionamiento de las estructuras, ya que reduce la probabilidad de fallos estructurales.

2.2.6 *Grafeno*

El grafeno es tan fino como el papel y duro como el diamante, estas propiedades son de gran importancia para aplicaciones en el campo de la nanoelectrónica, sensores, transistores, baterías, etc. Estando más cerca de convertirse en el material del futuro.

Algunos de los métodos para la síntesis de grafeno en mono o multicapas.

- Entre ellos se encuentra la suspensión líquida de grafeno oxidado, seguido de reducción química, exfoliación en fase líquida, crecimiento epitaxial por desorción térmica de átomos de silicio de una superficie de carburo de silicio, crecimiento epitaxial por deposición química de vapor en metales de transición, síntesis salvo térmica y descompresión de nanotubos de carbono.
- Existe también una discusión sobre la producción de grafeno usando suspensiones coloidales.



- La deposición química de vapor, puede ser adecuada en la fabricación de chips, sin embargo, los otros métodos (sobre todo la reducción del GO y la exfoliación en fase líquida), son capaces de producir grandes cantidades de grafeno a precios más económicos.
- Estos métodos pueden ser usados en aplicaciones donde no se requiera un posicionamiento exacto de las capas, como en los polímeros conductores.
- La reducción química del óxido de grafeno es uno de los métodos más conocidos. El óxido de grafeno, un subproducto de la oxidación del grafito, está formado principalmente por un átomo de oxígeno y la mitad de dos átomos de carbono.
- Cuando se combinan el agua y el oxidante de grafeno, los distintos tapones de óxido de grafeno se dispersan. A continuación, la mezcla se filtra mediante una membrana, lo que hace que los tapones vuelvan a juntarse para formar un laminado de tejido de grafeno y oxígeno.
- Estas capas se entrelazan y se pliegan, lo que permite que la carga de la estructura se disperse por toda ella y que las distintas capas se deslicen unas sobre otras para lograr una flexibilidad general.
- Sin embargo, en este proceso el grafito pierde gradualmente sus excelentes propiedades eléctricas, para poder recuperarlas el óxido de grafeno debe ser reducido con un polímero aniónico soluble en agua para lograr una dispersión acuosa estable.
- La capacidad de cambiar la composición química de una lámina de grafeno variando la cantidad de oxígeno en las capas es otra característica innovadora del material, lo que da a estas láminas una amplia gama de posibles aplicaciones. Una de ellas es la reducción del oxígeno en las capas. La sustancia pasa de ser un aislante eléctrico a un conductor fiable.



- Para crear materiales compuestos con cualidades superiores a las que aportan estas láminas de papel metálico, las láminas de óxido de grafeno también pueden extenderse en polímeros cerámicos o metales.

Geng et al.(2009), proponen una técnica que evita la utilización de polímeros, mejora la eficiencia de la oxidación y puede ser implementado a escala industrial, incrementando el area efectiva del grafito a reaccionar.

Las nanopartículas de grafito (GNPs) con un espesor en escala nanométrica, que pueden ser obtenidos por exfoliación del grafito natural laminar, pueden poseer una gran área específica, como la mayor parte de los intercalantes conocidos son tóxicos y no muy buenos para el medio ambiente, esta técnica propone la ultra sonicación del grafito natural con ácido fórmico por 2 horas. Seguido de filtración y secado para finalmente obtener nanopartículas de grafito oxidado (GONPs).

De esta manera se completan la oxidación y la exfoliación simultáneamente y se ahorran las 2 terceras partes del tiempo requerido en el método convencional.

Por otra parte, una exfoliación en fase líquida de grafito exfoliado (WEG), es preparado por un tratamiento ácido convencional combinado con exfoliación térmica, los formas, obtenidos están sujetos a una exfoliación final para obtener una monocapa o varias capas de hoja de grafeno por ultrasonido durante 30 minutos y posterior centrifugado a 600rpm por otros 20 minutos.

A pesar de los progresos recientes en la producción de grafeno, producir grandes áreas uniformes de grafeno de una sola capa en un sustrato arbitrario, sigue siendo un desafío.

2.2.7 Obtención De Polvos De Grafito De Tamaño Nanométrico

Comúnmente la obtención de partículas de grafito microcristalinas se realiza mediante molienda en molinos de bolas, vibratorios o planetarios.



Durante la misma se provocan daños estructurales que producen formas de carbón can desorden en uno de sus ejes, se consume excesiva cantidad de energía, con tiempos de molienda largos y baja eficiencia, se hace difícil controlar el espesor de los monocristales.

Otra forma de obtención es mediante el calentamiento y vaporización de compuestos intercalados entre las capas de grafito al largo del eje, lo que resulta en una estructura de grafito expandido.

Se analiza la posibilidad de preparar monocristales mediante la tecnología de detonación.

Para ello se utilizó una cámara de explosión con las características indicadas.

El grafito se mezcla en HNO_3 , (CH_3CO) y TNT en las proporciones que se indican en el trabajo y es detonado en la cámara.

Durante la detonación la fuerza de la misma es superior a las fuerzas de van der Waals entre las láminas de grafito provocando la delaminación y al mismo tiempo, la onda expansiva que se crea provoca la formación de partículas con tamaño nanométrico en el plano 2D.

El producto obtenido luego de la detonación se trata con agua regia y HCl para eliminar impurezas, luego es característico determinado el área específica.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Grafito

Uno de los materiales más intrigantes descubiertos en la Tierra es el grafito. Se fabrica sintéticamente, pero también existe de forma natural en los minerales.



2.3.2 Aditivos

Al mezclar, los aditivos se utilizan como componentes suplementarios para cambiar una o más propiedades y mejorar la adaptación a la tarea en cuestión.

2.3.3 Diseño De mezclas

El diseño de mezclas es el proceso de seleccionar y combinar sustancias como cemento, agua, agregados y aditivos con el fin de proporcionar concreto con las características deseadas para una determinada aplicación. Este procedimiento implica calcular las proporciones adecuadas de cada constituyente para cumplir con los criterios de robustez, longevidad y maleabilidad del concreto, garantizando la obtención de un producto que cumpla con los estándares técnicos del proyecto. El diseño de mezclas de concreto toma en consideración elementos como la tipología de la estructura, las condiciones ambientales y las características del sitio de construcción para asegurar que el concreto tenga un desempeño óptimo en su aplicación final.

2.3.4 Dosificación

La dosificación en la construcción implica el cálculo meticuloso y la modificación de las proporciones de cada componente de una mezcla, como cemento, agua, áridos y aditivos, para conseguir las cualidades deseadas del hormigón. Este planteamiento garantiza que el hormigón cumpla los requisitos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad, que son cruciales para el proyecto. Para lograr un rendimiento óptimo y evitar problemas como la debilidad estructural o una conformidad insuficiente, es crucial establecer la dosificación adecuada.



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

La dosificación en la construcción consiste en determinar y modificar con precisión las proporciones de cada constituyente en una combinación, como cemento, agua, áridos y aditivos, para obtener las características requeridas del hormigón. Este método garantiza que el hormigón cumpla los criterios necesarios de resistencia, durabilidad y trabajabilidad, todos ellos esenciales para el proyecto. Para obtener el mejor rendimiento posible y evitar problemas como la fragilidad estructural o una adherencia inadecuada, es imprescindible determinar la dosis adecuada. (Arias, 2012)

El presente trabajo tendrá una incidencia **experimental** por que se realizaran diferentes ensayos para poder llegar a una conclusión del tema planteado.

3.2 Método de investigación

La técnica de investigación científica es un enfoque sistemático y riguroso que se utiliza para examinar, analizar y comprender fenómenos a través de procesos de observación, experimentación y análisis crítico. Esta metodología implica formular una hipótesis o pregunta de investigación, realizar experimentos o estudios para recopilar datos, analizar los resultados recopilados e interpretar los hallazgos para respaldar o refutar la idea inicial. El método científico busca generar conocimiento confiable y



reproducibile mediante el uso de la repetición y la verificación. Esta técnica facilita el avance del conocimiento científico y mejora nuestra comprensión de los fenómenos tanto naturales como sociales. (Carrasco, 2018)

Por consiguiente, el método en la que se guía y se basa el presente estudio es **el método científico**, ya que se dará cuenta de la revisión de teorías y prácticas, para un posterior estudio minucioso de lo recolectado y así generar nuevos conocimientos con el empleo del grafito en polvo y el aditivo incorporador de aire sobre un diseño de concreto convencional de 210 kg/cm².

3.3 Tipo de la investigación

La investigación experimental es una forma de investigación que emplea metodologías cuantitativas. Se basa en un mecanismo de control que implica la existencia de variables, la modificación de éstas y la observación de resultados mensurables. Los diseños de investigación pueden clasificarse en tres tipos en función de sus objetivos: preexperimental, experimental verdadero o cuasiexperimental. (Enciclopedia Significados, 2022)

3.4 Nivel de la investigación

El nivel explicativo de la investigación se centra en comprender las causas y mecanismos fundamentales que explican los fenómenos observados. El objetivo de este estudio es revelar y aclarar las conexiones de causa y efecto entre varios factores. Una investigación explicativa va más allá de simplemente documentar hechos o identificar tendencias, y busca comprender las causas subyacentes y los elementos que influyen en los sucesos investigados. Esto la diferencia de otras formas de investigación, como la descriptiva o la exploratoria. Este tipo de investigación busca investigar las razones y la metodología de sucesos específicos mediante el uso de marcos teóricos, experimentos



controlados y análisis rigurosos. El objetivo es proporcionar una comprensión profunda y detallada de los procesos y sistemas básicos.(Carrasco, 2018)

3.5 Población y muestra de la investigación

3.5.1 Población

El universo de la población de la investigación está formado por todos los casos que satisfacen un conjunto de requisitos. La población de esta investigación será la de Juliaca. (Carrasco, 2018)

3.5.2 Muestra

Una muestra es una porción más pequeña de una población más grande que se selecciona para participar en un estudio de investigación, con el objetivo de representar con precisión a toda la población. El subconjunto debe capturar con precisión las características fundamentales de toda la población, permitiendo extrapolar o aplicar las inferencias extraídas de la muestra a toda la población. Garantizar la precisión y uniformidad de los resultados del estudio depende de la selección cuidadosa de una muestra adecuada. Se pueden utilizar varios métodos para este objetivo, como el muestreo aleatorio, estratificado o por conveniencia. La utilización de una muestra tiene como objetivo mejorar la eficiencia del examen y evaluación de una población más pequeña y manejable, reduciendo así los gastos y el tiempo, manteniendo al mismo tiempo la exactitud de los resultados resultantes. (Enciclopedia Significados, 2022)

En la presente investigación la muestra está constituida por el número total de unidades propuestas según los porcentajes de grafito en polvo suministrados los cuales hacen un total de 60 unidades.

Tabla 3

Numero total de testigos que se elaboraran en el estudio

Descripción	Periodo de curado (días)			Cantidad de muestras
	7	14	28	
Muestra patrón	5	5	5	15
M. P. + 1.00% grafito en polvo	5	5	5	15
M. P. + 1.50% grafito en polvo	5	5	5	15
M. P. + 2.00% grafito en polvo	5	5	5	15
Total	20 muestras	20 muestras	20 muestras	60 muestras

Nota. M.P. (Muestra Patrón)

3.6 Técnicas e instrumentos de investigación.

3.6.1 Técnicas

Los procedimientos de investigación se refieren a procesos sistemáticos y precisos empleados por los investigadores para recopilar, evaluar y analizar datos. La elección de las metodologías empleadas en un estudio de investigación depende de las características de la investigación y de los objetivos precisos de la investigación. Las metodologías de investigación típicas abarcan encuestas, entrevistas, observaciones, experimentos y análisis de contenido. La selección de una estrategia depende de las ventajas y desventajas particulares que presenta, así como del tema de investigación, las características de la población de estudio y los recursos disponibles.

Las encuestas son un método comúnmente empleado para recopilar rápidamente datos cuantitativos de un número sustancial de personas. Los cuestionarios estructurados se pueden administrar utilizando varios métodos, como entrevistas cara a cara, encuestas telefónicas, encuestas postales o encuestas por Internet. Las encuestas son herramientas útiles para recopilar datos sobre actitudes, comportamientos y características demográficas, lo que las hace valiosas para la investigación descriptiva y correlacional. La calidad de los datos recopilados está muy influenciada por el diseño del cuestionario y la representatividad de la muestra elegida.



Las entrevistas son un tipo de investigación cualitativa que permite recopilar información completa y detallada sobre las experiencias, actitudes y emociones de los participantes. Estos encuentros se pueden clasificar en organizados, semiestructurados o no estructurados y pueden tener lugar en persona, durante llamadas telefónicas o mediante videoconferencias. Las entrevistas arrojan multitud de información compleja y sutil que es difícil de obtener mediante encuestas. Sin embargo, tienen costos más altos y necesitan tiempo adicional para ejecutarse y evaluarse. La competencia del entrevistador para elaborar preguntas y dirigir hábilmente el curso de la discusión es esencial para adquirir datos importantes.

La observación es un método crucial, particularmente en la investigación etnográfica y conductual. Los investigadores se dedican a la observación y documentación sistemática de las actividades humanas, ya sea en su hábitat natural o en entornos controlados. La observación se puede clasificar en dos tipos: participante y no participante, según el nivel de participación directa que tiene el investigador en la acción que se observa. Este enfoque es extremadamente beneficioso para adquirir información sobre comportamientos e interacciones que pueden no revelarse a través de entrevistas o encuestas. Sin embargo, es susceptible al sesgo del observador y requiere una preparación minuciosa para garantizar la calidad y uniformidad de los datos recopilados.

Los experimentos son técnicas científicas sistemáticas que permiten establecer vínculos causales entre variables. Los investigadores pueden evaluar la influencia sobre las variables dependientes alterando una o más variables independientes y al mismo tiempo gestionando factores extraños. Los experimentos se pueden realizar en entornos de laboratorio controlados o en situaciones del mundo real, y son especialmente importantes en el campo de la investigación científica natural y social. Los experimentos poseen un beneficio notable en su capacidad para manipular circunstancias y mostrar causalidad, mientras que su utilidad puede verse restringida debido a la naturaleza artificial de los entornos experimentales. (Carrasco, 2018)



3.6.2 Instrumentos

Las herramientas comúnmente empleadas incluyen encuestas, escalas de medición, entrevistas estructuradas, grabadoras de audio y video, software de procesamiento de datos y equipos de laboratorio. Cada instrumento debe someterse a rigurosos procesos de diseño y validación para garantizar su medición precisa y consistente de las variables bajo investigación.

Los cuestionarios son instrumentos que consisten en una serie de consultas cuidadosamente elaboradas y diseñadas para recopilar información de las personas. Las encuestas pueden realizarse mediante métodos impresos, digitales u orales y pueden incluir preguntas cerradas, preguntas abiertas o una combinación de ambas. Los cuestionarios son instrumentos esenciales para recopilar datos cuantitativos sobre actitudes, comportamientos y factores demográficos. Al diseñar la encuesta, es fundamental considerar la claridad e imparcialidad de las preguntas, así como la disposición y secuencia en la que se presentan. Esto ayudará a disminuir el sesgo y mejorar la precisión de los resultados.

Las escalas de medición, como las escalas Likert, se utilizan para evaluar la intensidad de actitudes, emociones o percepciones. Estas escalas facilitan a los participantes expresar su grado de acuerdo o desacuerdo con una serie de afirmaciones, simplificando así la medición de datos cualitativos. Validar las escalas de medición es crucial para asegurar su evaluación consistente de la noción teórica deseada y su comprensión inequívoca por parte de los participantes.

Las entrevistas estructuradas son un método utilizado en la investigación cualitativa cuando a los participantes se les formula un conjunto de preguntas preestablecidas. Este tipo de entrevista garantiza que todos los temas relevantes se cubran de manera consistente, lo que facilita un examen sistemático de las respuestas. Las entrevistas estructuradas necesitan una preparación meticulosa del guión de preguntas y técnicas de

entrevista especializadas para garantizar la recopilación de datos relevantes y completos.

- Componentes de laboratorio y fichas de análisis de información de laboratorio
- Programa de análisis de información (Excel)

3.7 Validez y confiabilidad de los instrumentos

3.7.1 Validación de instrumentos

La validación de instrumentos consiste en evaluar la precisión y eficiencia de un instrumento para medir con precisión el parámetro requerido. Es fundamental implementar esta estrategia para garantizar la precisión y significancia de los datos adquiridos. La validación abarca varias formas de análisis, como la validez de contenido, la validez de constructo y la validez de criterio. La validez de contenido garantiza que el instrumento abarque de manera integral todas las facetas del constructo que se evalúa, a menudo a través de análisis expertos realizados por profesionales en el dominio pertinente. La validez de constructo evalúa el grado en que una herramienta mide con precisión el tema específico que pretende investigar. Esto se logra realizando análisis estadísticos y comparando los resultados con los obtenidos de otros instrumentos validados. La validez de criterio es la capacidad de un instrumento para pronosticar con precisión eventos relacionados comparándolos con mediciones establecidas o resultados futuros. El uso de una herramienta bien verificada garantiza la exactitud de los datos recopilados y mejora la credibilidad y confiabilidad de la investigación.

3.7.2 Confiabilidad De Instrumentos

La confiabilidad del instrumento es la calidad de un instrumento para medir de manera consistente y precisa sin interrupciones. Un dispositivo se considera confiable cuando genera resultados constantes en entornos estables. La confiabilidad se evalúa utilizando muchos métodos, incluida la consistencia interna, la estabilidad temporal

(prueba-reprueba) y la equivalencia de formas alternativas. La consistencia interna se refiere al grado de coherencia entre los muchos componentes de un solo instrumento, asegurando que todos evalúen el mismo concepto subyacente. Para este fin se suele utilizar el coeficiente alfa de Cronbach. La estabilidad temporal se evalúa entregando repetidamente el mismo instrumento a los mismos individuos y comparando los hallazgos para confirmar su consistencia. El proceso de establecer la equivalencia de muchas formas implica duplicar un solo instrumento, distribuirlo a personas idénticas y posteriormente comparar los resultados. Una herramienta confiable garantiza que los resultados obtenidos puedan replicarse y sean precisos, estableciendo así una base sólida para el análisis y la interpretación de los datos.

La confiabilidad es esencial porque proporciona una base sólida para la validez de las mediciones. Un instrumento confiable es más propenso a medir de manera consistente el fenómeno o constructo que se está evaluando, lo que mejora la calidad y la utilidad de los datos recopilados. La confiabilidad es, por lo tanto, un componente clave en el proceso de asegurar que los resultados de la investigación sean robustos y confiables.

3.8 Procedimientos de recolección de datos.

Estos procedimientos abarcan diversas etapas y acciones, desde la definición clara de los objetivos de investigación hasta la implementación de métodos específicos para recopilar, analizar e interpretar los datos.

3.8.1 *Recolección de información*

La recopilación de datos es una etapa crucial en el proceso de investigación cuando la información relevante se recopila cuidadosa y metódicamente para abordar preguntas de investigación o probar hipótesis. Esta práctica implica una variedad de procesos y estrategias que se seleccionan en función del tipo de estudio, los objetivos de la investigación y las características de los datos requeridos. La recopilación de datos se puede lograr de varias maneras, como encuestas, entrevistas, observaciones, análisis de



documentos y registros, experimentos y análisis de contenido, entre otros enfoques. Cada enfoque tiene sus propios beneficios y limitaciones, y seleccionar el procedimiento adecuado es vital para garantizar la precisión y confiabilidad de los datos recopilados.

El proceso de organización de la recopilación de datos comienza delineando claramente los objetivos del estudio e identificando los factores cruciales que deben evaluarse. Esto implica desarrollar instrumentos de recopilación de datos, como cuestionarios, guías de entrevista o procedimientos de observación, que sean adecuados para el tipo particular de información que se busca. Antes de su implementación, es fundamental evaluar y poner a prueba estos instrumentos para garantizar su comprensibilidad y eficacia a la hora de recopilar datos precisos y completos. Además, es crucial seleccionar la muestra adecuada de participantes o unidades de análisis que reflejen con precisión la población objetivo.

Cumplir estrictamente con los protocolos definidos es crucial durante la fase de recopilación de datos para evitar sesgos y mantener la coherencia de los datos. Esto incluye la impartición de educación y capacitación a investigadores y entrevistadores, la creación de pautas explícitas para la implementación de herramientas y la garantía de confidencialidad y permiso informado de los participantes. La tecnología es crucial en la recopilación de información, ya que permite el uso de herramientas digitales para capturar datos en tiempo real, grabar entrevistas y manejar eficazmente cantidades masivas de información.

3.8.2 *Materiales empleados*

❖ Agregado natural

En el marco de este estudio, hemos empleado agregados provenientes de la cantera Isla.

❖ Polvo de grafito

El polvo de grafito es un mineral natural compuesto por varias formas de carbono. En condiciones normales de presión atmosférica y temperatura ambiente, presenta una estabilidad excepcional como forma predominante. Puede adquirirse a través de mecanismos naturales o mediante la producción intencionada de carbono bien purificado. El material se suministra en forma de escamas frágiles y flexibles, que se utilizan en diversas aplicaciones como la producción de lubricantes, pistones, arandelas, cojinetes, crisoles, ladrillos refractarios de grafito y electrodos, entre otros fines.

Figura 1

Polvo de grafito.



Nota: búsqueda imágenes de Google.

3.8.3 Ensayos en laboratorio

Durante esta etapa, se efectuaron ensayos y pruebas en los agregados provenientes de la cantera Isla, siguiendo meticulosamente los procedimientos predefinidos. Estas evaluaciones comprendieron análisis específicos de calidad. Asimismo, se llevó a cabo el diseño de mezclas para un concreto convencional. A continuación, se describen con detalle dichos procedimientos.

- a. **Ensayo de contenido de humedad.** Es una prueba utilizada en ingeniería civil y construcción para determinar la cantidad de agua presente en los materiales pétreos utilizados en la construcción, como la arena y la grava. La finalidad principal

de este ensayo es evaluar y controlar las propiedades físicas de los agregados antes de su uso en la mezcla de concretos; normado según MTC E 108 y ASTM D-2216.

Procedimiento:

- Antes de iniciar el ensayo, se debe obtener una muestra representativa del agregado que se va a evaluar. Luego, se procede a pesar la muestra con una balanza precisa.
- La muestra pesada se coloca en una bandeja de secado y se distribuye uniformemente. Se registra la masa total de la bandeja con la muestra.
- La bandeja se introduce en un horno precalentado a una temperatura entre 100°C y 110°C. La muestra se deja secar en el horno hasta que no haya cambios significativos en la masa, lo que puede requerir varias horas.
- Una vez completado el secado, la bandeja con la muestra se retira del horno y se deja enfriar en un desecador para evitar la absorción de humedad ambiental. Posteriormente, se pesa la bandeja con la muestra seca y se registra este valor.

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

b. Ensayo de análisis granulométrico. Tiene como finalidad determinar la distribución de tamaños de partículas en un suelo o en un agregado. La granulometría es la medida de la proporción de diferentes tamaños de partículas presentes en una muestra.

Procedimiento:

- Antes de iniciar el ensayo, se selecciona una muestra representativa del suelo o agregado en cuestión. En caso de que la muestra contenga partículas gruesas, se



procede a tritularlas para obtener una muestra homogénea. Posteriormente, se pesa la cantidad específica de la muestra.

c. Diseño de mezclas

El diseño de mezclas es un enfoque sistemático utilizado en ingeniería civil y construcción para determinar las proporciones óptimas de los componentes de una mezcla, como hormigón, mortero o pavimentos. El objetivo es lograr las cualidades necesarias de durabilidad, vida útil, flexibilidad y rentabilidad. Este enfoque implica una serie sistemática de operaciones, incluida la selección de materiales, la determinación de proporciones y la verificación mediante pruebas empíricas.

La primera fase del diseño de la mezcla implica un proceso crítico de elección de componentes. El hormigón suele estar compuesto de cemento, áridos finos y gruesos, agua y, en ocasiones, aditivos químicos u otras sustancias como cenizas volantes o escorias. Para que un material se considere superior y apropiado para su uso con otros componentes, debe cumplir con estándares técnicos y regulatorios específicos. La elección de los materiales está influenciada por factores como la disponibilidad de recursos, las propiedades mecánicas y físicas de los componentes y los requisitos específicos para la aplicación final de la combinación. Una vez elegidos los componentes, se calculan las proporciones adecuadas de cada componente para conseguir las propiedades deseadas de la mezcla. Este enfoque se basa en conceptos teóricos, principios y experiencia previa. Es posible que necesite cálculos complejos y el uso de recomendaciones y gráficos de dosis. La relación agua-cemento (A/C) es un método empleado para controlar la resistencia y longevidad de las mezclas de concreto. Además, calcula la cantidad precisa de agregados necesarios para lograr el grado deseado de trabajabilidad y estabilidad de la mezcla. El objetivo es determinar una combinación que cumpla

con los requisitos necesarios en términos de estructura, funcionalidad y economía para el proyecto.

La validez de la composición de la mezcla original se verifica mediante el uso de pruebas empíricas de laboratorio. La mezcla se crea mezclando las proporciones predeterminadas de sus constituyentes y se realizan evaluaciones para medir sus características, como su capacidad para resistir la compresión, la facilidad de manipulación, el tiempo requerido para la solidificación y la resistencia al desgaste. Los resultados de las pruebas permiten realizar ajustes en las proporciones originales para mejorar el rendimiento de la combinación. El proceso iterativo de pruebas y ajustes es crucial para garantizar que la combinación final cumpla con todas las metas y objetivos del proyecto.

El diseño de mezclas es un proceso sistemático y exacto que combina principios teóricos, cálculos precisos y experimentos reales para determinar las proporciones óptimas de los componentes en una mezcla de construcción. Esta técnica asegura que el conjunto final posee las cualidades necesarias para su función prevista, garantizando así la calidad, seguridad y eficiencia del proyecto constructivo.

Tabla 4*Determinación del volumen de agua*

Asentamiento	Agua, en lt/m³, para los tamaños Máximos Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concretos Sin Aire Incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---

Nota. Tomada de Comité ACI 211.1

Tabla 5*determinación de contenido de aire atrapado.*

Contenido de aire atrapado	
TMN del Agregado grueso	Aire atrapado (%)
3/8"	3,0
1/2"	2,5
3/4"	2,0
1"	1,5
1 1/2"	1,0
2"	0,5
3"	0,3
4"	0,2

Nota. Tomada de Comité ACI 211.1

d. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.

La prueba de resistencia a la compresión del hormigón es una evaluación vital en ingeniería civil, que se emplea para determinar la capacidad de una muestra de hormigón para soportar presiones que hacen que disminuya de tamaño. Esta prueba es esencial porque la resistencia a la compresión es una característica fundamental del hormigón que dicta su idoneidad para diferentes usos estructurales. La prueba se realiza bajo condiciones controladas de laboratorio, apegándose a normas particulares como ASTM C39/C39M o NTP 339.034 en Perú, para asegurar la precisión y consistencia de los resultados.

El procedimiento de ensayo de resistencia a la compresión comienza con la preparación de muestras de hormigón, a menudo en forma de cilindros o cubos, que se forman y curan según parámetros predeterminados. Los cilindros suelen tener un diámetro de 150 mm y una altura de 300 mm, mientras que los cubos suelen tener lados que miden 150 mm cada uno. Después de un período de tiempo

específico, normalmente 28 días, las muestras se someten a pruebas. El procedimiento de curado es crucial para optimizar la resistencia del hormigón. El experimento debe realizarse en un ambiente controlado con ciertos niveles de humedad y temperatura para replicar fielmente las circunstancias reales en las que se utilizará el hormigón.

La prueba se realiza utilizando un equipo de compresión que aplica una fuerza axial progresivamente creciente sobre la muestra hasta llegar al punto de fractura. Al realizar pruebas, es esencial aplicar la carga de manera constante y central para evitar resultados erróneos causados por tensiones de flexión o torsión. Controlar la velocidad a la que se aplica la carga según características particulares es crucial. Estructuras significativas, lo que lo hace crucial para soportar componentes como columnas, vigas y losas. Además, los resultados pueden utilizarse para confirmar el cumplimiento de los estándares del proyecto y las especificaciones de diseño, así como para evaluar la coherencia y homogeneidad de varios lotes de hormigón. Las pruebas también pueden identificar problemas en el proceso de mezclado del hormigón, la calidad de los componentes o los métodos de curado, lo que permite implementar medidas adecuadas antes de su utilización en la construcción.

3.9 Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos son componentes esenciales de todo esfuerzo científico. Los datos se recopilan, organizan, modifican y evalúan metódicamente para producir resultados relevantes que correspondan a las preguntas de investigación que se examinan. Este proceso comprende una secuencia de procedimientos interconectados que garantizan la conversión de los datos recopilados en información valiosa y precisa, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones y mejorar el conocimiento.

La actividad de procesamiento de datos comienza con la recopilación de datos no procesados, lo que requiere una clasificación y un refinamiento metódicos para erradicar



cualquier imprecisión, inconsistencia o anomalía. Este proceso implica evaluar la precisión y confiabilidad de los datos, resolver cualquier problema asociado con la recopilación de datos y transformar los datos cualitativos en un formato que sea apropiado para el análisis. Para mejorar la eficiencia de este proceso, se emplean ciertas herramientas y software.

El análisis estadístico implica una amplia gama de procedimientos, que van desde medidas descriptivas básicas como medias, medianas y desviaciones estándar hasta técnicas más complejas como regresión, análisis factorial e inferencia estadística. El análisis cualitativo abarca muchas metodologías, como la codificación temática, el análisis de contenido y el análisis narrativo, que se utilizan para comprender datos textuales o visuales.

El análisis cuantitativo implica la utilización de métodos estadísticos y herramientas de software como SPSS, R, SAS y Python. Estas herramientas permiten la ejecución de cálculos complejos y la visualización de resultados mediante gráficos y tablas. La investigación cualitativa utiliza con frecuencia herramientas de software como NVivo y ATLAS.ti para manejar y analizar de manera efectiva cantidades sustanciales de datos no numéricos. Los análisis deben realizarse con meticulosa atención al rigor metodológico, asegurando que se cumplan los supuestos estadísticos requeridos y que los hallazgos se interpreten dentro del contexto del estudio.

Una vez finalizado el análisis, es fundamental evaluar los hallazgos en relación con el marco teórico y los objetivos del estudio. Interpretar los datos implica establecer conexiones entre los hallazgos y los objetivos del estudio, evaluar su significancia estadística y tener en cuenta sus consecuencias prácticas y teóricas. Es crucial tener en cuenta los límites del estudio y la validez de las conclusiones, al mismo tiempo que se comparan con investigaciones anteriores para ubicar los resultados dentro de un marco más amplio.

Para mejorar la comprensión de los hallazgos, es imperativo proporcionar los resultados del procesamiento y análisis de datos de una manera lúcida y fácilmente



comprensible. Esto se puede lograr utilizando ayudas visuales como gráficos y tablas, junto con texto explicativo. La presentación debe ajustarse a las normas académicas y profesionales, garantizando que las conclusiones sean fácilmente comprensibles y estén disponibles para el público objetivo. Además, es crucial llevar a cabo un examen exhaustivo que tenga en cuenta las consecuencias de los hallazgos, junto con sugerencias para futuras investigaciones e implementaciones en el mundo real.

Etapas de Gabinete

La etapa de oficina es un hito crucial en el avance de las iniciativas de investigación y las investigaciones científicas. Implica realizar trabajos que no requieren esfuerzo físico en un lugar específico, como una oficina o laboratorio, donde las condiciones están reguladas. Durante esta fase, los investigadores recopilan, organizan, analizan e integran el material existente, junto con los datos recopilados en fases anteriores, para generar nuevos conocimientos, hipótesis o conclusiones. Esta etapa es esencial para asegurar la coherencia, precisión y exhaustividad de los resultados generados.

Análisis literario y textual: los investigadores realizan un examen exhaustivo de información y documentos relevantes, incluidos artículos científicos, libros, informes técnicos y datos estadísticos. Esta evaluación facilita la creación de un plan estructurado para la investigación, identifica cualquier deficiencia en la comprensión existente y ofrece respaldo teórico para la investigación.

Organización y gestión de datos: los datos adquiridos del trabajo de campo u otras fuentes se organizan y mantienen sistemáticamente de manera metódica. Las tareas pueden incluir la creación de bases de datos, el análisis de datos cualitativos y el examen de datos cuantitativos para garantizar la precisión y la coherencia.

Análisis de datos: en esta etapa, los datos se analizan y evalúan utilizando enfoques estadísticos y metodológicos. El análisis se puede clasificar como cualitativo o cuantitativo, según los atributos de los datos. Para optimizar el procesamiento y análisis



de datos, se utilizan herramientas y software especializados como SPSS, R, NVivo o ATLAS.ti.

Se obtienen conclusiones importantes al integrar los resultados del análisis de datos. Esta tarea implica la integración de varias fuentes de datos y la creación de informes y gráficos que comunican los hallazgos de manera efectiva y fluida.

La producción de informes y artículos científicos es un componente esencial del entorno profesional. Esto incluye la producción de informes técnicos, tesis, publicaciones académicas y otros trabajos académicos. Durante esta etapa, es fundamental asegurar la calidad y confiabilidad del trabajo realizado manteniendo la claridad, coherencia y rigor metodológico.

La preparación de propuestas y proyectos incluye el examen de los datos recopilados y el desarrollo de conclusiones adecuadas, lo que facilita la generación de ideas de investigación inventivas o iniciativas prácticas. Esta fase incluye la creación de programas de intervención, métodos de implementación, políticas públicas y otras actividades asociadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

Tras establecer el planteamiento de nuestra investigación, procedimos al análisis y la incorporación de los resultados. Para ello, se realizó una inspección visual de los datos y, a continuación, se efectuaron pruebas de laboratorio para obtener datos fiables.

Caracterización de los agregados

a. Contenido de humedad

Tabla 6

Porcentaje de humedad

Muestra: Agregado		
	<i>Agregado fino</i>	<i>Agregado grueso</i>
M. húmeda + Tara	381.75	587.84
M. seca + Tara	368.54	574.76
Tara	38.59	39.75
M. húmeda	343.16	548.09
M. seca	329.95	535.01
Agua	13.21	13.08
%Humedad	4	2.44

Se presenta el contenido de humedad, donde se observa que el agregado fino tiene un contenido de humedad de 4.00, mientras que el agregado grueso obtuvo un contenido de humedad de 2.44.

b. Peso específico y absorción**• Peso específico**

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

• Absorción por método picnómetro

$$Abs = \frac{(K - J) * 100}{J} = X \%$$

Tabla 7

Resumen de resultados sobre el peso específico y la cantidad de absorción

Agregado	Pe. específico (gr/cm ³)	Absorción (%)
Fino	3.07	4.54
Grueso	2.37	2.30

c. Pesos unitarios sueltos y compactado**Tabla 8**

Pesos unitarios.

Agregado	Pesos unitarios	
	Suelto	Compactado
Fino	1.659	1.840
Grueso	1.561	1.695

Nota. Resultados de laboratorio.

Se presentan los promedios de los pesos unitarios sueltos y compactados para el agregado. En condiciones no compactadas, el peso unitario promedio fue de 1.659 g/cm³, mientras que en condiciones compactadas fue de 1.840 g/cm³. Para el agregado grueso, el peso unitario suelto fue de 1.561 g/cm³, y el compactado fue de 1.695 g/cm³.

d. Análisis granulométrico de agregado grueso y fino

Tabla 9

Análisis granulométrico del agregado grueso.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
3/4"	19.05	298.59	8.53	8.53	91.47
1/2"	12.7	899.73	25.71	34.24	65.76
3/8"	9.525	967.34	27.64	61.88	38.12
1/4"	6.35	542.56	15.5	77.38	22.62
No4	4.76	791.78	22.62	100	0
BASE		0	0	100	0
TOTAL		3500	100		
% PERDIDA		0			

En la tabla 9, se logra apreciar que los porcentajes pasantes de agregado grueso están dentro del rango, lo que implica que presenta una buena gradación de gravas.

Figura 2

Granulometría

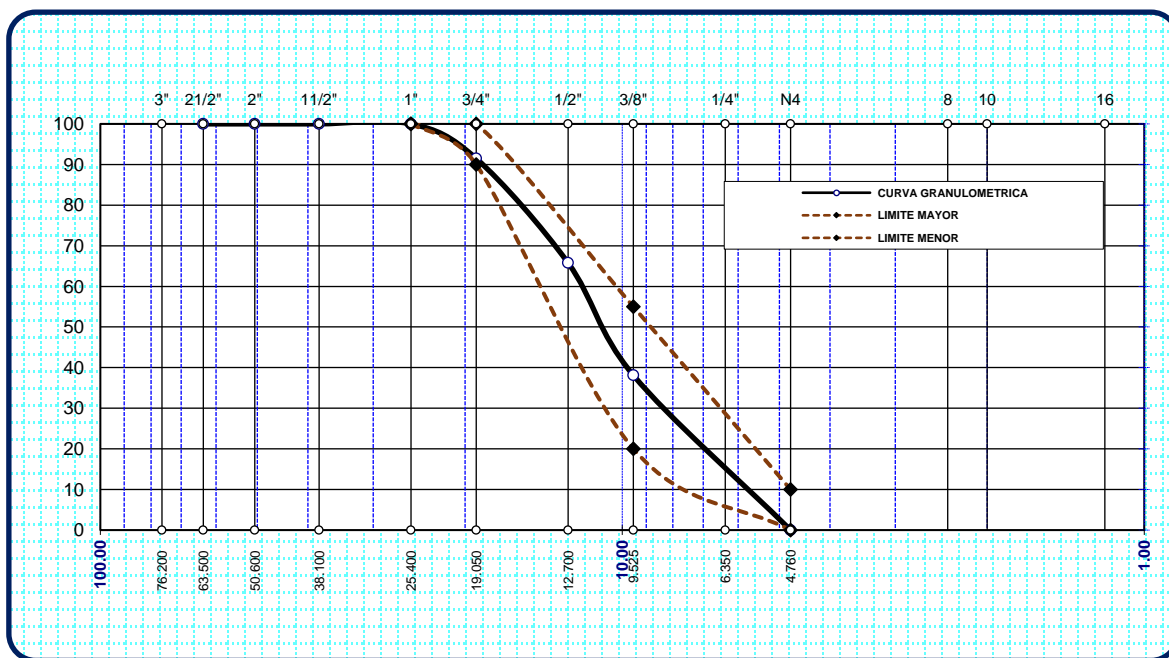


Tabla 10

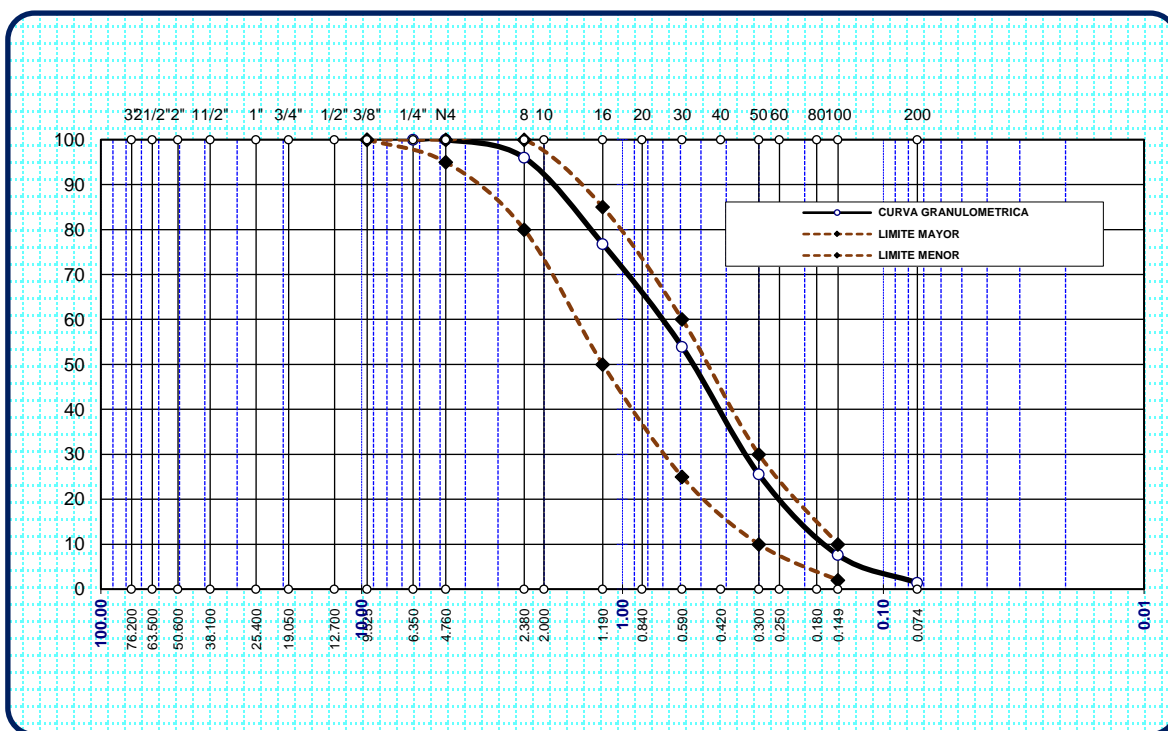
Análisis granulométrico.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No4	4.76	0	0	0	100
No8	2.38	20.12	4.02	4.02	95.98
No16	1.19	95.89	19.18	23.2	76.8
No30	0.59	114.64	22.93	46.13	53.87
No 50	0.3	141.57	28.31	74.44	25.56
No100	0.149	89.87	17.97	92.42	7.58
No200	0.074	30.92	6.18	98.6	1.4
BASE		6.99	1.26	100	0
TOTAL		500	100		
% PERDIDA		1.4			

En la tabla 10, se logra apreciar que los porcentajes pasantes de agregado fino están dentro del rango, lo que implica que presenta una buena gradación de finos.

Figura 3

Curva granulométrica (curva granulométrica).



4.1.1 Resultados obtenidos referente al diseño de mezcla de un concreto.

Resultados sobre las características físicas de agregados que se utilizaran.

Los áridos obtenidos de la cantera de la isla presentan las siguientes características, determinadas mediante un examen visual de las muestras: Los áridos poseen una superficie gruesa, una textura gruesa y un tono oscuro intenso. Los gráficos siguientes ilustran los datos sobre las características físicas y mecánicas de la materia, derivados de los resultados de las pruebas.

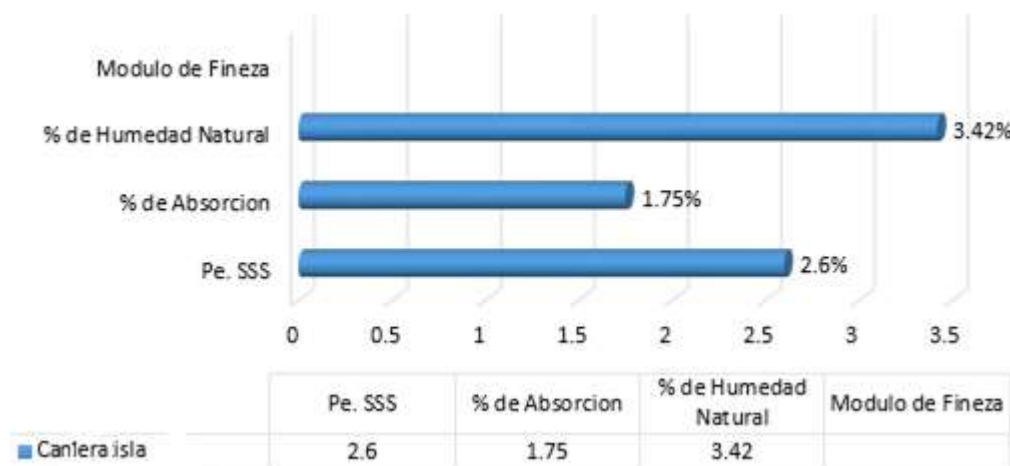
Tabla 11

Características físicas de agregados a utilizarse en el diseño de concreto

Características físicas obtenidas por el laboratorio	Agregado Grueso de la cantera Isla	Agregado Fino de la cantera Isla
P.E. solido		
P.E. sss	2.56	2.56
P.U. varillado	1466	1767
P.U. suelto	1310	1698
% Absorción	1.75	2.81
% Humedad	3.58	6.98
Módulo de fineza	-	2.60

Figura 4

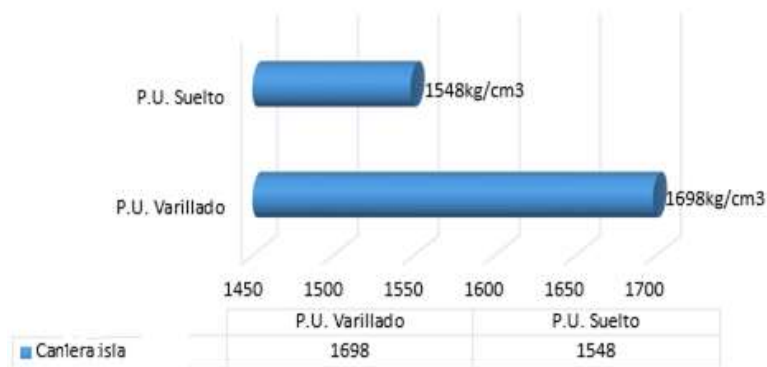
Grafica de las características de agregados a utilizarse en el diseño del concreto



La figura anterior nos muestra las características de los agregados utilizados para el diseño del concreto en el cual se observa las características del agregado fino y agregado grueso de la cantera de Isla.

Figura 5

Grafica de pesos unitarios de los agregados a utilizarse en el diseño del concreto



La figura anterior nos muestra los pesos unitarios de los agregados utilizados para el diseño del concreto en el cual se observa el peso unitario suelto y varillado de las muestras.

Diseño de mezcla

- a. **Determinamos la resistencia promedio**

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

Teniendo un asentamiento de 3" a 4" y TMN de 3/4":

- b. **Contenido de agua y aire:**

$$\text{Agua} = 205$$

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

- c. **La correlación de agua cemento**

$$250.00 \text{-----} 0.620$$

$$294.00 \text{-----} a/c$$

$$300.00 \text{-----} 0.550$$

$$\frac{294.00 - 250.00}{300.00 - 294.00} = \frac{a/c - 0.620}{0.550 - a/c}$$

$$a/c = 0.56$$

- d. **Factor de cemento:**



$$a = 205.00$$

$$a/c = 0.56$$

$$205/c = 0.56$$

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

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

$$2.40 \text{-----} 0.66$$

Luego:

$$P_{AG} = b/b_0 \times PUC$$

$$P_{AG} = 0.660 \times 1695$$

$$P_{AG} = 1118 \text{ kg/m}^3$$

f. El cálculo de los volúmenes absolutos:

$$\text{Vol. de agua} = (205.00) / (1000.00) = 0.205$$

$$\text{Vol. de cemento} = (366.00) / (2.850 \times 1000.00) = 0.128$$

$$\text{Vol. de agregado grueso} = (1118) / (2.37 \times 1000) = 0.432$$

$$\text{Vol. de aire incorporado} = (2.00) / (100.00) = 0.0200$$

$$\text{Vol. sub total} = 0.826$$

g. Cálculo de volumen del agregado fino (V_{AF})

$$V_{AF} = 1 - 0.826$$

$$V_{AF} = 0.174 \text{ m}^3$$

h. Determinación del peso del agregado fino (P_{AF})

$$P_{AF} = 0.174 \times \text{peso específico}$$

$$P_{AF} = 0.174 \times (3.07 \times 1000)$$

$$P_{AF} = 536 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 12

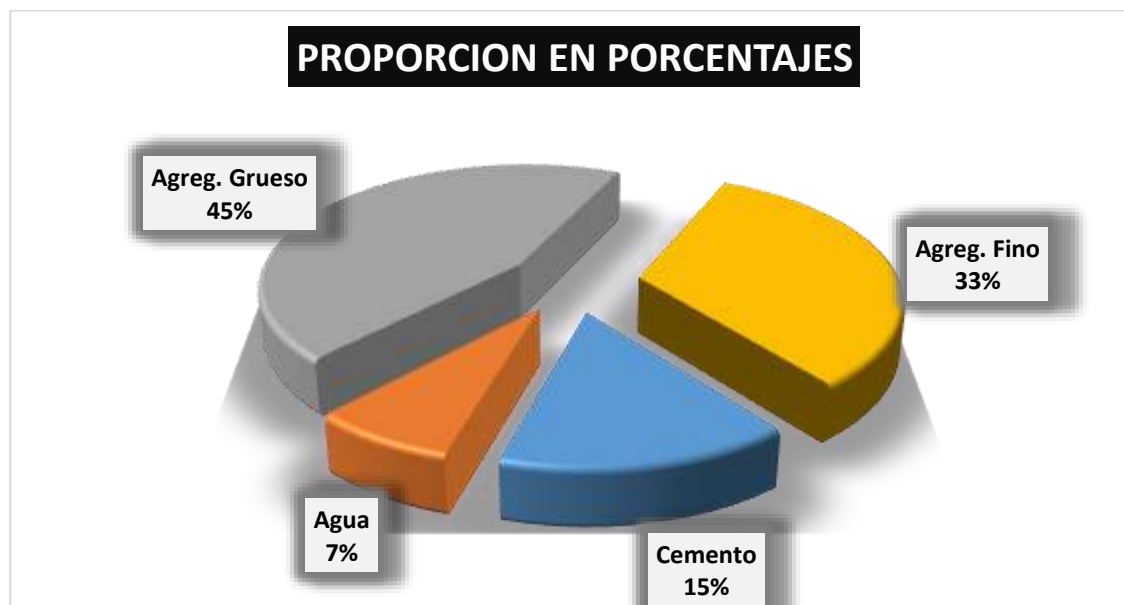
Dosificación de materiales para concreto.

Agregado	Peso Seco (Kg/m3)	Volumen PESO SECO	Peso Húmedo (Kg/m3)	Volumen PESO HÚMEDO
Cemento	345	1.00	345	1.00
Agua	193	0.56	171	0.50
Agreg. Grueso	992	2.88	1023	2.97
Agreg. Fino	722	2.09	747	2.17
Aire	2.0%		2.0%	

La tabla a continuación nos muestra las dosificaciones requeridas para nuestro ensayo y también para nuestro trabajo de investigación.

Figura 6

Comparativa de las resistencias logradas por la muestra patrón



En el gráfico, se observa la proporción de los componentes en el diseño de mezcla expresados en porcentajes, permitiendo una comprensión clara de su composición. El agregado fino representa el 33%, el agregado grueso abarca el 45%, mientras que el agua y el cemento contribuyen con el 7% y el 15%, respectivamente.

4.1.2 Incidencia del grafito en polvo como aditivo en proporciones 1%, 1.5% y 2%.

Este ensayo de asentamiento viene a ser un método científico que se viene a utilizar por lo habitual en lo que concierne al sector de la construcción para lograr evaluar.

a.1. Asentamiento de la muestra patrón.

Por consiguiente, se comenzará a realizar las pruebas de asentamiento de la muestra patrón.

Tabla 13

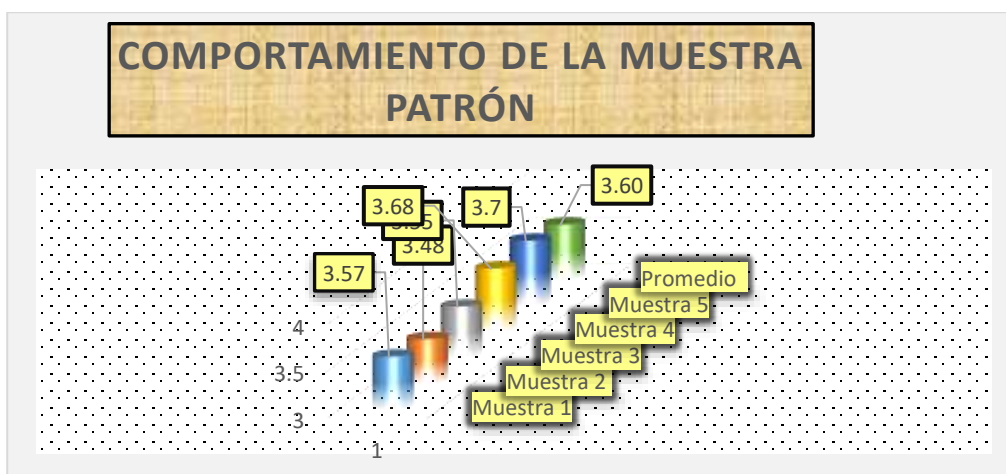
Resumen del asentamiento de la muestra patrón.

Nº	descripción de la muestra	asentamiento	consistencia (slump)	variación
1	Mt1		3.57	-
2	Mt2		3.48	-
3	Mt3	3-4"	3.55	-
4	Mt4		3.68	-
5	Mt5		3.70	-
PROMEDIO			3.60	

En la tabla se grafica las muestras sometidas al ensayo de asentamiento en el cual se apreciaron los resultados ya mostrados en la tabla, se tiene en cuenta que se tendrá un asentamiento de 3 a 4".

Figura 7

Asentamiento de la muestra patrón.



Los comportamientos de las muestras sometidas a asentamiento fueron variados, pero todas se mantuvieron dentro del rango establecido u esperado.

a.2. Asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 1.00%.

Tabla 14

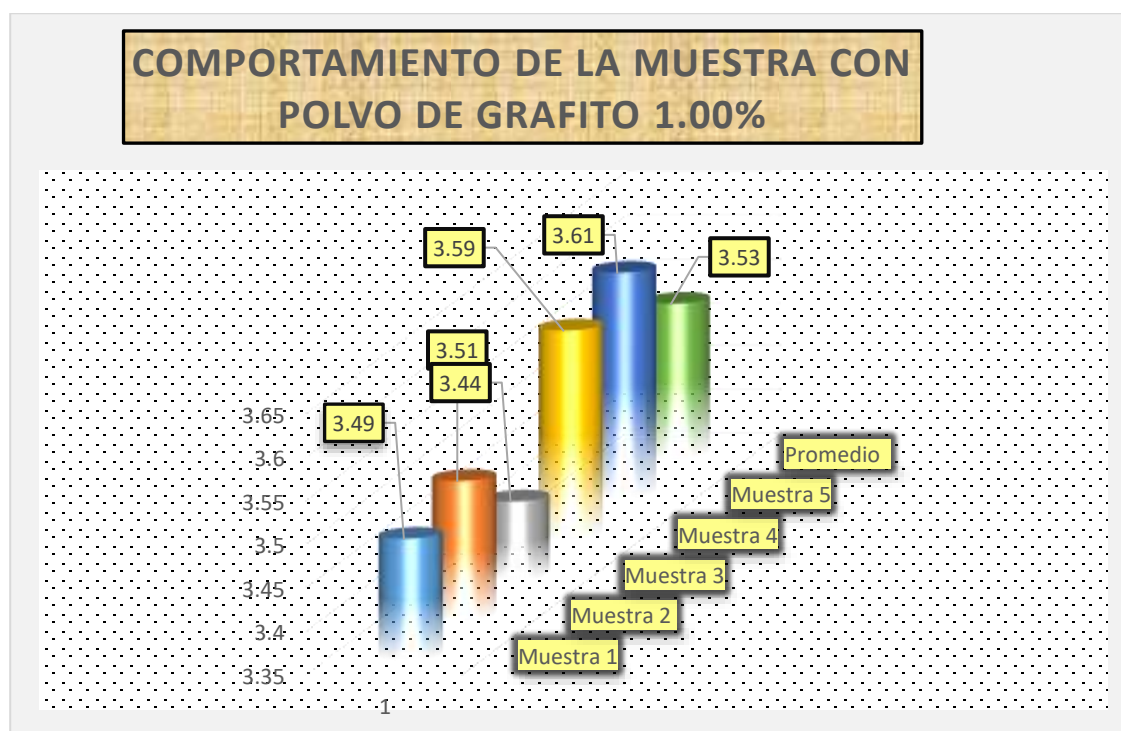
Resumen del asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 1.00%.

Nº	descripción de la muestra	asentamiento	consistencia (slump)	variación
1	Mt1		3.49	-
2	Mt2		3.51	-
3	Mt3	3-4"	3.44	-
4	Mt4		3.59	-
5	Mt5		3.61	-
PROMEDIO			3.53	

En la tabla se grafica las muestras sometidas al ensayo de asentamiento en el cual se apreciaron los resultados ya mostrados en la tabla, se tiene en cuenta que se tendrá un asentamiento de 3 a 4".

Figura 8

Asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 1.00%.



Los comportamientos de las muestras sometidas a asentamiento fueron variados, pero todas se mantuvieron dentro del rango establecido u esperado.

a.3. Asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 1.50%.

Tabla 15

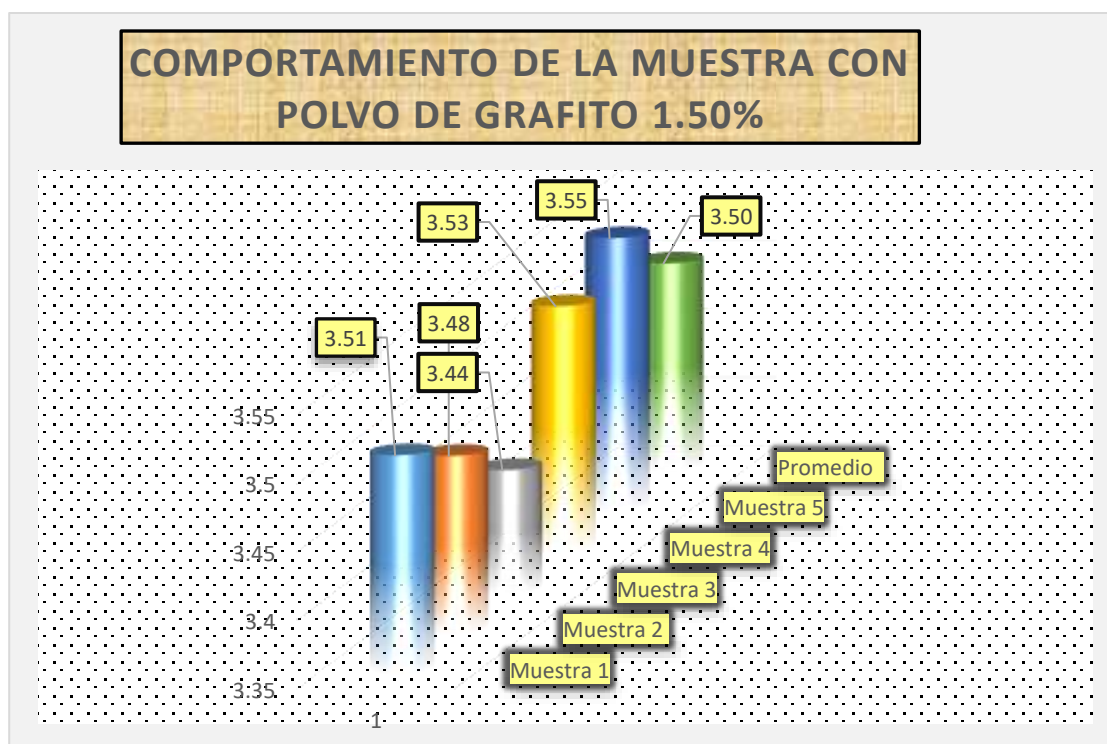
Resumen del asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 1.50%.

Nº	descripción de la muestra	asentamiento	consistencia (slump)	variación
1	Mt1		3.51	-
2	Mt2		3.48	-
3	Mt3	3-4"	3.44	-
4	Mt4		3.53	-
5	Mt5		3.55	-
PROMEDIO			3.50	

En la tabla se grafica las muestras sometidas al ensayo de asentamiento en el cual se apreciaron los resultados ya mostrados en la tabla, se tiene en cuenta que se tendrá un asentamiento de 3 a 4".

Figura 9

Asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 1.50%.



Los comportamientos de las muestras sometidas a asentamiento fueron variados, pero todas se mantuvieron dentro del rango establecido u esperado.

a.4. Asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 2.00%.

Tabla 16

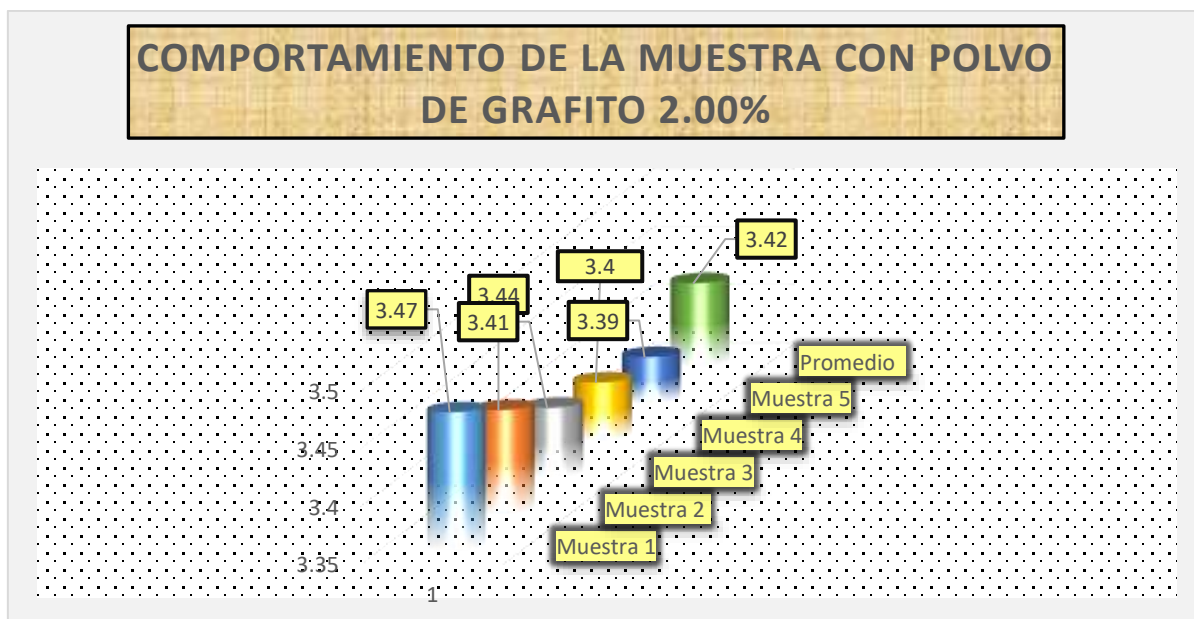
Resumen del asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 2.00%.

Nº	descripción de la muestra	asentamiento	consistencia (slump)	variación
1	Mt1		3.47	-
2	Mt2		3.44	-
3	Mt3	3-4"	3.41	-
4	Mt4		3.40	-
5	Mt5		3.39	-
PROMEDIO			3.42	

En la tabla se grafica las muestras sometidas al ensayo de asentamiento en el cual se apreciaron los resultados ya mostrados en la tabla, se tiene en cuenta que se tendrá un asentamiento de 3 a 4".

Figura 10

Asentamiento de la muestra con polvo de grafito en 2.00%.



El asentamiento presenta o va presentando resultados un tanto más bajo a comparación de los asentamientos anteriores lo cual nos indica que la incorporación de polvo de grafito influye de manera negativa correlativamente con la cantidad que se vaya a emplear, en el asentamiento como un nivel más alto tenemos 3.47" mientras que promedio se encuentra en 3.42".

a.5. Resumen del asentamiento de la muestra patrón y la muestra con polvo de grafito.

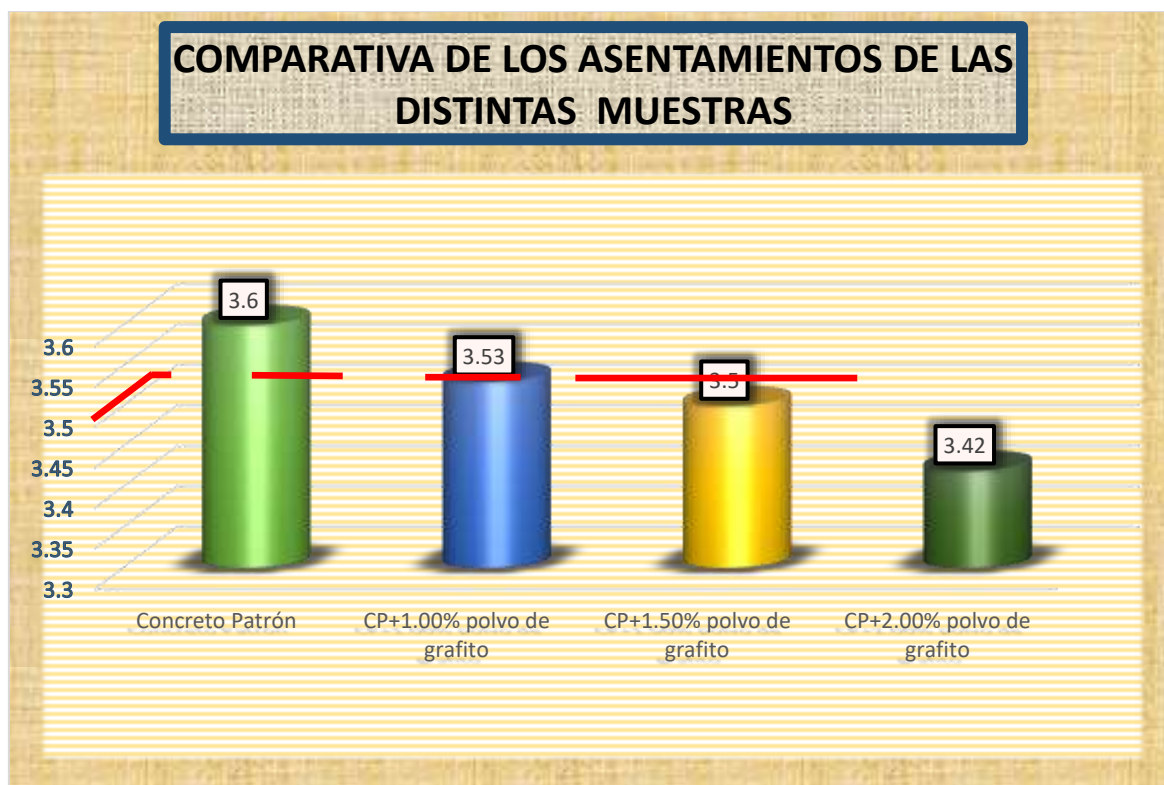
Tabla 17

Resumen del asentamiento de las muestras.

Asentamiento de las muestras	
Muestra	Asentamiento en pulgadas (")
Concreto Patrón	3.60"
CP+1.00% polvo de grafito	3.53"
CP+1.50% polvo de grafito	3.50"
CP+2.00% polvo de grafito	3.42"

Figura 11

Comparativa del asentamiento de las distintas muestras elaboradas.



Mediante la grafico logramos observar los comportamientos alcanzadas por parte de las distintas muestras elaboradas en el laboratorio de mecánica de suelos de nuestra universidad, la muestra patrón tiene una trabajabilidad de 3.6" lo cual es bastante optimo mientras que a mayor incorporación de polvo de grafeno la trabajabilidad va descendiendo llegando hasta un 3.42".

4.1.3 Incidencia del grafito en la resistencia a la compresión en 1%, 1.5% y 2%

Realizamos pruebas con las sesenta briquetas producidas utilizando los diseños de mezcla indicados anteriormente, con el objetivo de identificar una solución a este problema. La resistencia a la compresión del hormigón se comprobó a intervalos de 7, 14 y 28 días a lo largo de los estudios.

a.1. Resistencia a la compresión de las distintas muestras a los 7 días.

a.1.1. Resistencia a la compresión del concreto patrón - 7 días

Tabla 18

Resistencia a la compresión a los 7 días – muestra patrón.

Nº	muestra	Kg	Cm	Cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Días
	Mt1	24148	15.01	176.95	136.47	210	7
	Mt2	25002	14.98	176.24	141.86	210	7
	Mt3	24421	15.01	176.95	138.01	210	7
	Mt4	25102	14.98	176.24	142.43	210	7
	Mt5	24254	15.01	176.95	137.07	210	7
	Prom				139.17		

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 139.17kg/cm².

Figura 12

Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días muestra patrón.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto patrón, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 7 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 139.17 kg/cm².

a.1.2. Resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de grafito

1.00% - 7 días

Tabla 19

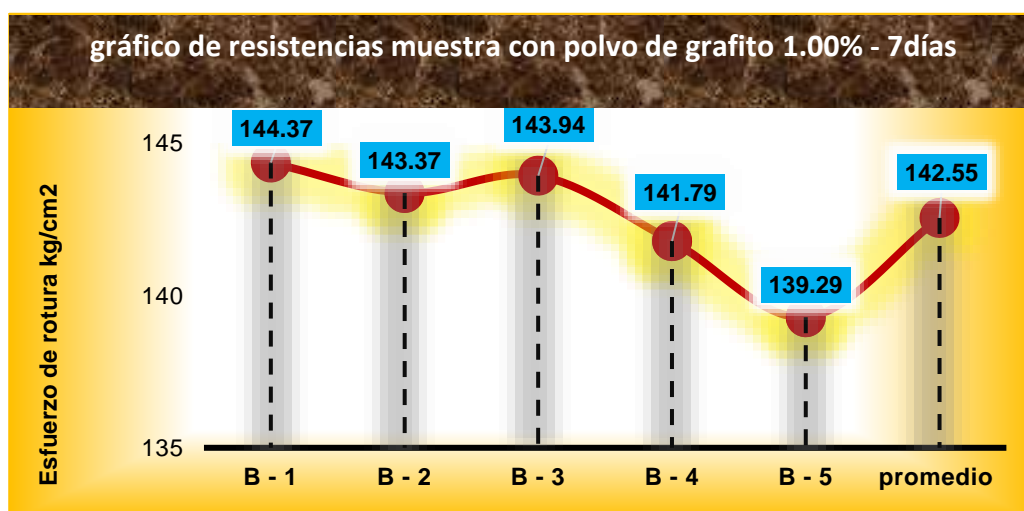
Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.00% a los 7 días.

muestra	Kg	Cm	Cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Días
Mt1	25546	15.01	176.95	144.37	210	7
Mt2	25369	15.01	176.95	143.37	210	7
Mt3	25368	14.98	176.24	143.94	210	7
Mt4	24989	14.98	176.24	141.79	210	7
Mt5	24648	15.01	176.95	139.29	210	7
Prom				142.55		

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 142.55kg/cm².

Figura 13

Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.00% a los 7 días.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto adicionando el 1.00% de polvo de grafito, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 7 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 142.55 kg/cm².

a.1.3. Resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de grafito

1.50% - 7 días

Tabla 20

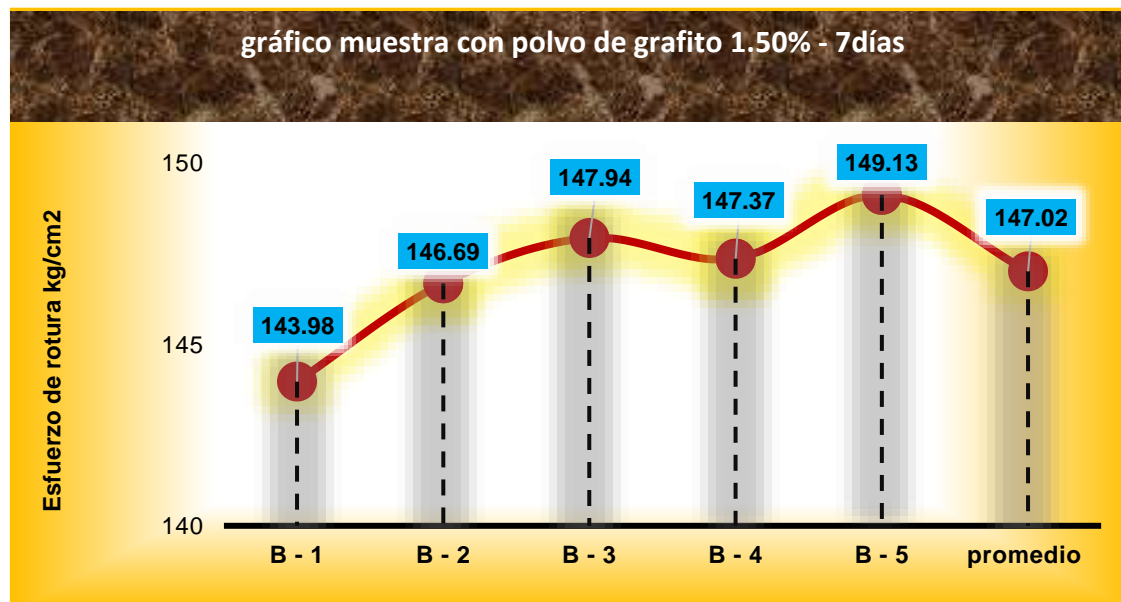
Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.50% a los 7 días.

muestra	Kg	Cm	Cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Días
Mt1	25478	15.01	176.95	143.98	210	7
Mt2	25956	15.01	176.95	146.69	210	7
Mt3	26178	14.98	176.24	147.94	210	7
Mt4	26078	14.98	176.24	147.37	210	7
Mt5	26389	15.01	176.95	149.13	210	7
Prom				147.02		

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 147.02kg/cm².

Figura 14

Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.50% a los 7 días.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto adicionando el 1.50% de polvo de grafito, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 7 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 147.02 kg/cm².

a.1.4. Resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de grafito

2.00% - 7 días

Tabla 21

Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 2.00% a los 7 días.

muestra	Kg	Cm	Cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Días
Mt1	26958	15.01	176.95	152.35	210	7
Mt2	26456	15.01	176.95	149.51	210	7
Mt3	26787	14.98	176.24	151.38	210	7
Mt4	26800	14.98	176.24	151.46	210	7
Mt5	26796	15.01	176.95	151.43	210	7
Prom				151.23		

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 151.23kg/cm².

Figura 15

Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 2.00% a los 7 días.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto adicionando el 2.00% de polvo de grafito, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 7 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 151.23 kg/cm².

a.1.5. Resumen de las resistencias logradas por las muestras a los 7 días

Tabla 22

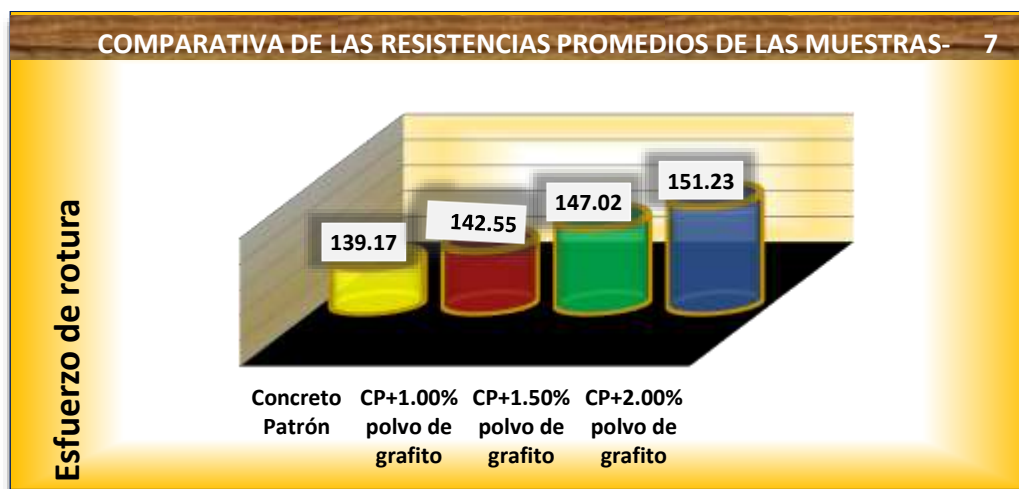
Recopilación del esfuerzo de rotura de las muestras con polvo de grafito 7 días.

Esfuerzo de resistencias	
Muestra	Días 7
Concreto Patrón	139.17
CP+1.00% polvo de grafito	142.55
CP+1.50% polvo de grafito	147.02
CP+2.00% polvo de grafito	151.23

En la tabla 22, se muestra la comparación de las resistencias obtenidas, teniéndose un incremento en la resistencia de hasta 142.17, 147.02 y 151.23kg/cm² con 1, 1.5 y 2% PG.

Figura 16

Comparativa de los esfuerzos a compresión en diferentes periodos.



La grafica a continuación nos enseña el comportamiento de las distintas muestras con diferentes proporciones de polvo de grafito en la mezcla durante los primeros 7 días de curado, la muestra patrón alcanzo 139.17 kg/cm² siendo está superada por todas las incorporaciones lo cual nos indica que el concreto mejora en cuanto a la resistencia al menos en sus primeros 7 días ya que el concreto con 2% de polvo de grafito logro 151.23 kg/cm².

a.2. Resistencia a la compresión de las distintas muestras a los 14 días.

a.2.1. Resistencia a la compresión del concreto patrón - 14 días

Tabla 23

Resistencia a la compresión a los 14 días – muestra patrón.

muestra	Kg	Cm	Cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Días
Mt1	34074	15.01	176.95	192.56	210	14
Mt2	34201	14.98	176.24	193.28	210	14
Mt3	34007	15.01	176.95	192.95	210	14
Mt4	34523	14.98	176.24	195.88	210	14
Mt5	33402	15.01	176.95	188.77	210	14
Prom				192.69		

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 192.69kg/cm².

Figura 17

Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días muestra patrón.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto patrón, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 14 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 192.26 kg/cm².

a.2.2. Resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de grafito

1.00% - 14 días

Tabla 24

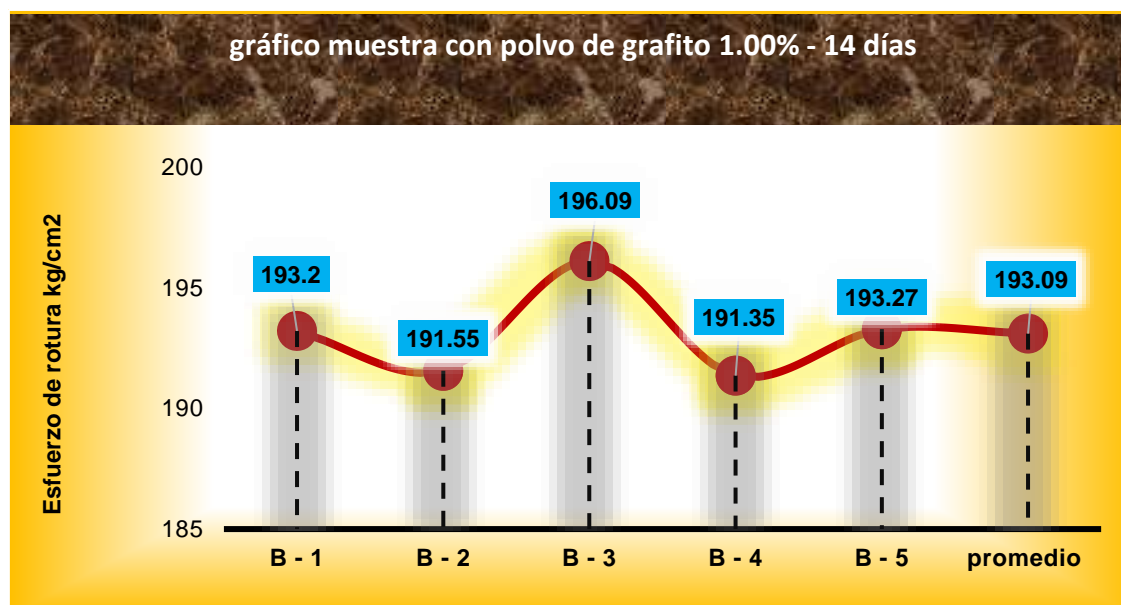
Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.00% a los 14 días.

muestra	Kg	Cm	Cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Días
Mt1	34186	15.01	176.95	193.20	210	14
Mt2	33895	15.01	176.95	191.55	210	14
Mt3	34699	14.98	176.24	196.09	210	14
Mt4	33859	14.98	176.24	191.35	210	14
Mt5	34199	15.01	176.95	193.27	210	14
			Prom	193.09		

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 193.09kg/cm².

Figura 18

Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.00% a los 14 días.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto adicionando el 1.00% de polvo de grafito, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 14 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 193.09 kg/cm².

a.2.3. Resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de grafito 1.50% - 14 días

Tabla 25

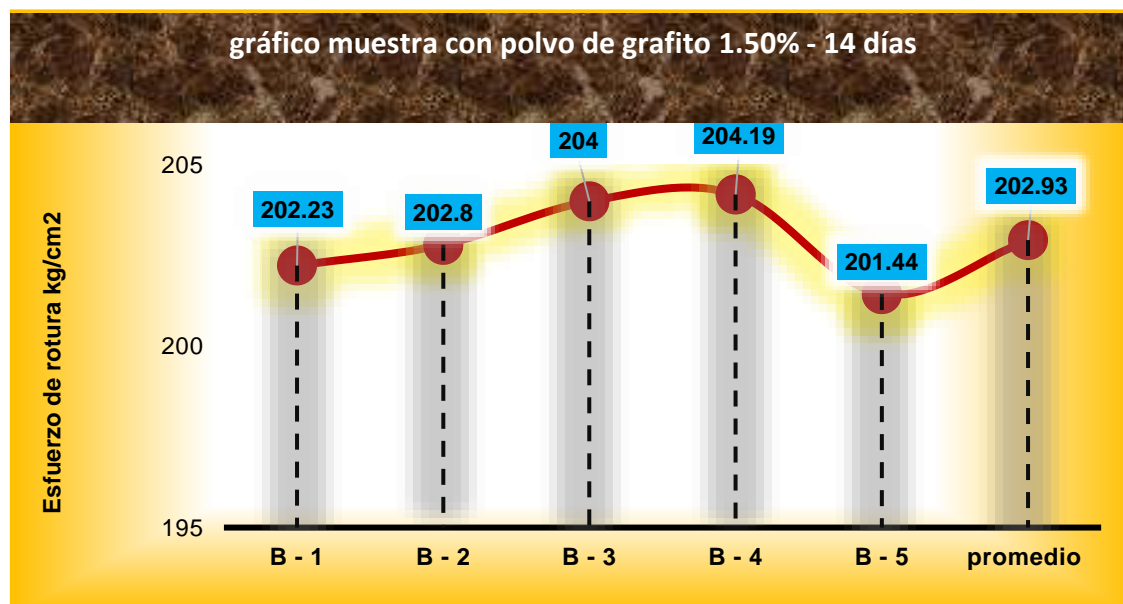
Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.50% a los 14 días.

muestra	Kg	Cm	Cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Días
Mt1	35785	15.01	176.95	202.23	210	14
Mt2	35886	15.01	176.95	202.80	210	14
Mt3	36098	14.98	176.24	204.00	210	14
Mt4	36132	14.98	176.24	204.19	210	14
Mt5	35645	15.01	176.95	201.44	210	14
			Prom	202.93		

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 202.93kg/cm².

Figura 19

Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.50% a los 14 días.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto adicionando el 1.50% de polvo de grafito, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 14 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 202.93 kg/cm².

a.2.4. Resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de grafito

2.00% - 14 días

Tabla 26

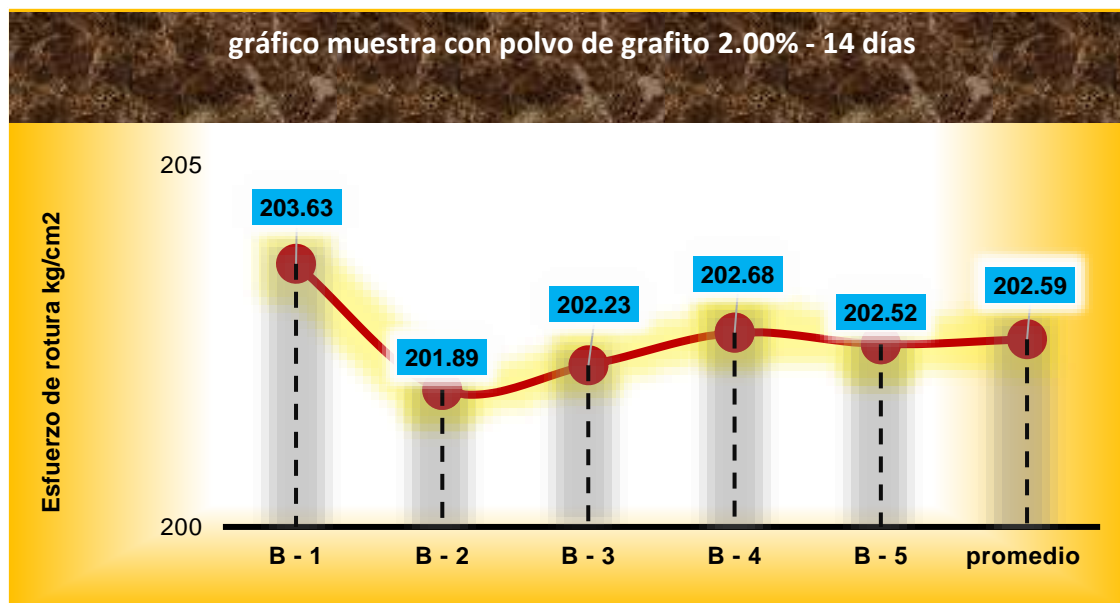
Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 2.00% a los 14 días.

muestra	Kg	Cm	Cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Días
Mt1	36032	15.01	176.95	203.63	210	14
Mt2	35725	15.01	176.95	201.89	210	14
Mt3	35784	14.98	176.24	202.23	210	14
Mt4	35721	14.98	176.24	202.68	210	14
Mt5	35836	15.01	176.95	202.52	210	14
				Prom	202.59	

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 202.59kg/cm².

Figura 20

Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 2.00% a los 14 días.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto adicionando el 2.00% de polvo de grafito, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 14 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 202.59 kg/cm².

a.2.5. Resumen de las resistencias logradas por las muestras a los 14 días

Tabla 27

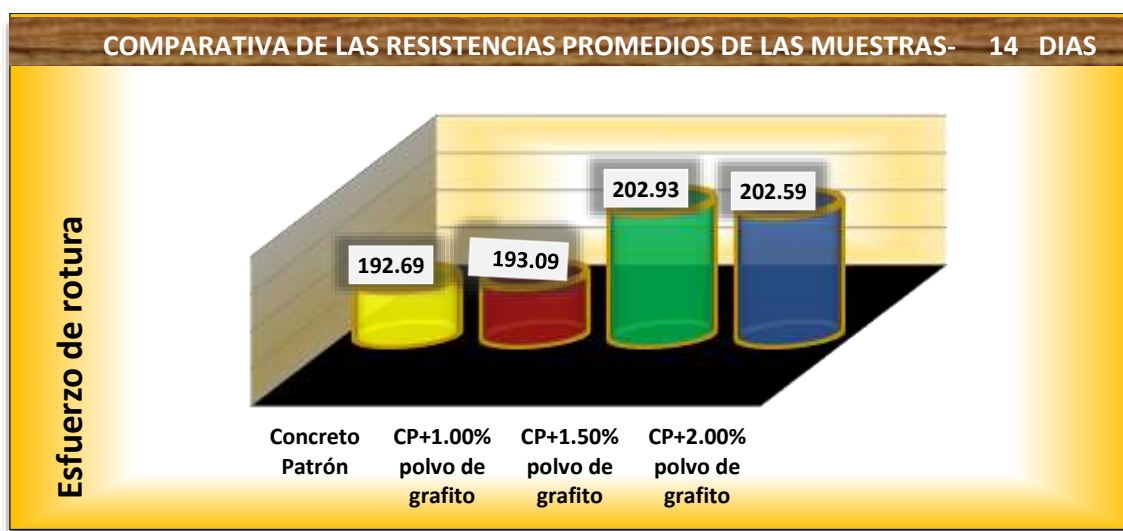
Recopilación del esfuerzo de rotura de las muestras con polvo de grafito 14 días.

Esfuerzo de resistencias	
Muestra	Días 14
Concreto Patrón	192.69
CP+1.00% polvo de grafito	193.09
CP+1.50% polvo de grafito	202.93
CP+2.00% polvo de grafito	202.59

En la tabla se logra apreciar la recolección de datos de a los 14 días de las muestras elaboradas con polvo de grafito logrando resistencias de hasta 202.93kg/cm² con polvo de grafito en 1.50%.

Figura 21

Comparativa de los esfuerzos a compresión en diferentes periodos.



La grafica a continuación nos enseña el comportamiento de las distintas muestras con diferentes proporciones de polvo de grafito en la mezcla durante los primeros 14 días de curado, la muestra patrón alcanzo 192.69 kg/cm² siendo está superada por todas las incorporaciones lo cual nos indica que el concreto mejora en cuanto a la resistencia al menos en sus primeros 14 días ya que el concreto con 1.5% de polvo de grafito logro 202.93 kg/cm².

a.3. Resistencia a la compresión de las distintas muestras a los 28 días.

a.2.1. Resistencia a la compresión del concreto patrón - 28 días

Tabla 28

Resistencia a la compresión a los 28 días – muestra patrón.

muestra	Kg	Cm	Cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Días
Mt1	37159	15.01	176.95	210.00	210	28
Mt2	37859	14.98	176.24	213.95	210	28
Mt3	37065	15.01	176.95	209.47	210	28
Mt4	37287	14.98	176.24	211.57	210	28
Mt5	38058	15.01	176.95	215.08	210	28
		Prom		212.01		

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 212.01kg/cm².

Figura 22

Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días muestra patrón.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto patrón, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 28 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 212.01 kg/cm².

a.2.2. Resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de grafito

1.00% - 28 días

Tabla 29

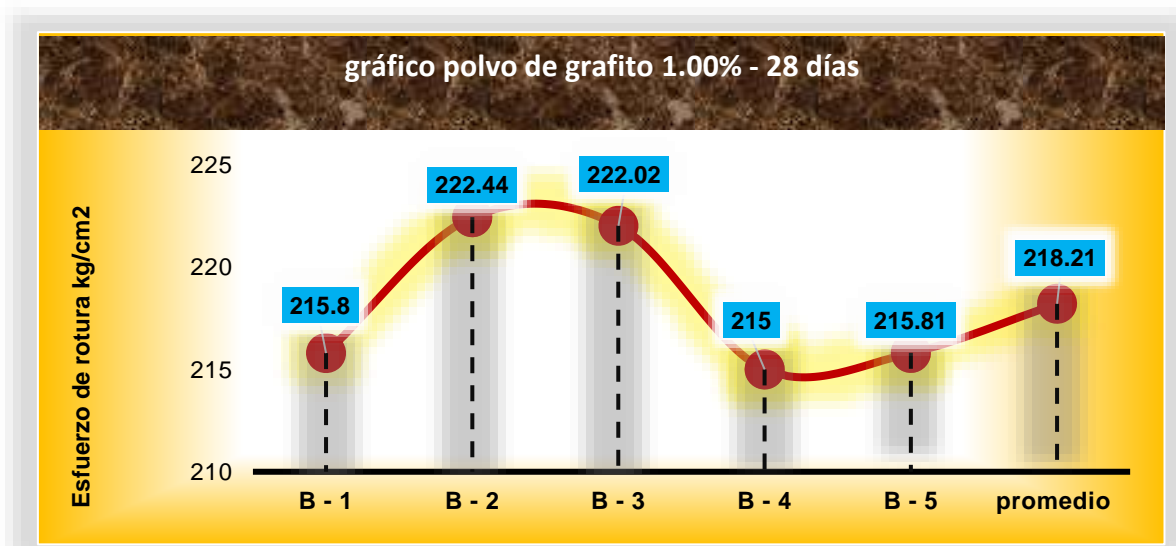
Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.00% a los 28 días.

muestra	Kg	Cm	Cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Días
Mt1	38185	15.01	176.95	215.80	210	28
Mt2	39204	15.01	176.95	222.44	210	28
Mt3	39287	14.98	176.24	222.02	210	28
Mt4	38045	14.98	176.24	215.00	210	28
Mt5	38187	15.01	176.95	215.81	210	28
			Prom	218.21		

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 218.21kg/cm².

Figura 23

Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.00% a los 28 días.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto adicionando el 1.00% de polvo de grafito, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 28 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 218.21 kg/cm².

a.2.3. Resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de grafito

1.50% - 28 días

Tabla 30

Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 1.50% a los 28 días.

muestra	Kg	Cm	Cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Días
Mt1	39586	15.01	176.95	223.71	210	28
Mt2	40236	15.01	176.95	227.39	210	28
Mt3	39365	14.98	176.24	222.46	210	28
Mt4	39129	14.98	176.24	222.02	210	28
Mt5	39269	15.01	176.95	221.92	210	28
Prom				223.50		

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 223.50kg/cm².

Figura 24

Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 1.50% a los 28 días.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto adicionando el 1.50% de polvo de grafito, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 28 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 223.50 kg/cm².

a.2.4. Resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de grafito

2.00% - 28 días

Tabla 31

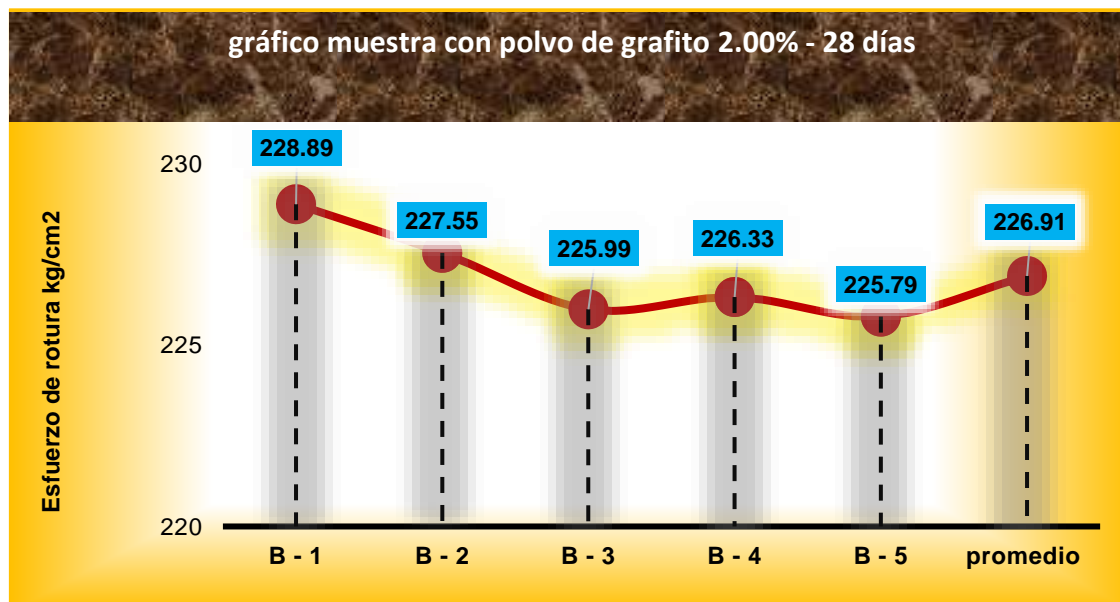
Resistencia a la compresión de la muestra con polvo de grafito 2.00% a los 28 días.

muestra	Kg	Cm	Cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Días
Mt1	40503	15.01	176.95	228.89	210	28
Mt2	40265	15.01	176.95	227.55	210	28
Mt3	39989	14.98	176.24	225.99	210	28
Mt4	39889	14.98	176.24	226.33	210	28
Mt5	39954	15.01	176.95	225.79	210	28
Prom				226.91		

Los testigos sometidos al ensayo de esfuerzos nos arrojaron los siguientes resultados los cuales superan las resistencias requeridas o establecidas por la norma, teniendo una resistencia promedio de 226.91kg/cm².

Figura 25

Resistencia a la compresión del concreto con polvo de grafito 2.00% a los 28 días.



Se presentan los resultados obtenidos por el concreto adicionando el 2.00% de polvo de grafito, mediante una representación gráfica a lo largo de un período de 28 días. Estos resultados revelan un esfuerzo de ruptura promedio del material de 226.91 kg/cm².

a.2.5. Resumen de las resistencias logradas por las muestras a los 28 días

Tabla 32

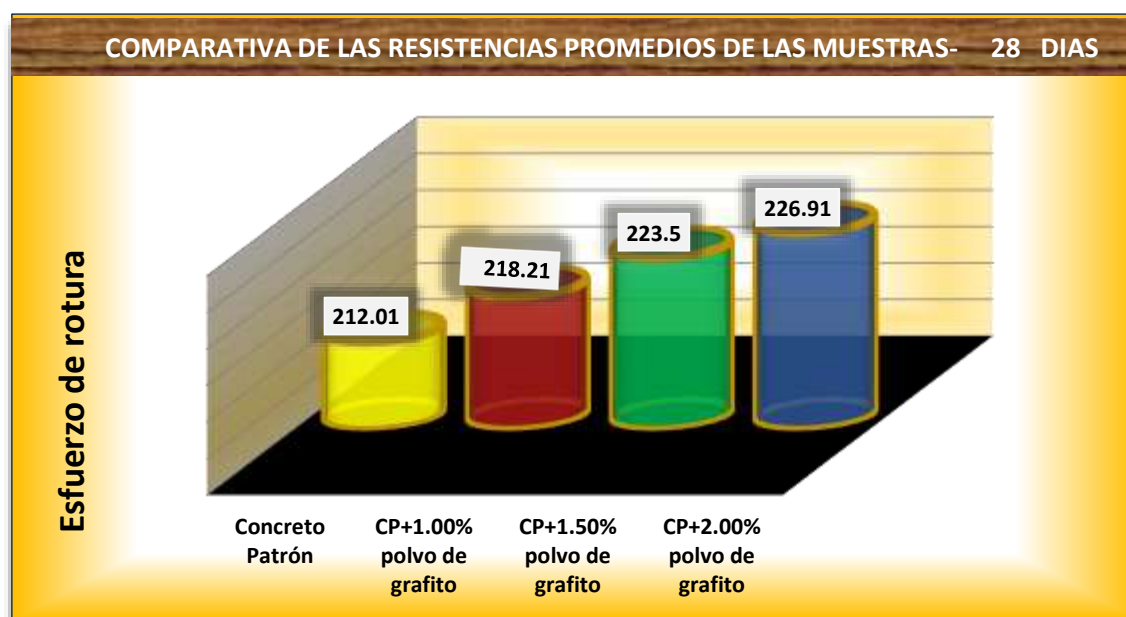
Recopilación del esfuerzo de rotura de las muestras con polvo de grafito 28 días.

Esfuerzo de resistencias	
Muestra	Días 28
Concreto Patrón	212.01
CP+1.00% polvo de grafito	218.21
CP+1.50% polvo de grafito	223.50
CP+2.00% polvo de grafito	226.91

En la tabla se logra apreciar la recolección de datos de a los 28 días de las muestras elaboradas con polvo de grafito logrando resistencias de hasta 226.91kg/cm² con polvo de grafito en 2%.

Figura 26

Comparativa de los esfuerzos a compresión en diferentes periodos.



La grafica a continuación nos enseña el comportamiento de las distintas muestras con diferentes proporciones de polvo de grafito en la mezcla durante los primeros 28 días de curado, la muestra patrón alcanzo 212.01 kg/cm² siendo está superada por todas las incorporaciones lo cual nos indica que el concreto mejora en cuanto a la resistencia al menos en sus primeros 28 días ya que el concreto con 2.0% de polvo de grafito logro 226.91 kg/cm².

a.2.6. Comparativa de las resistencias logradas a partir de las resistencias

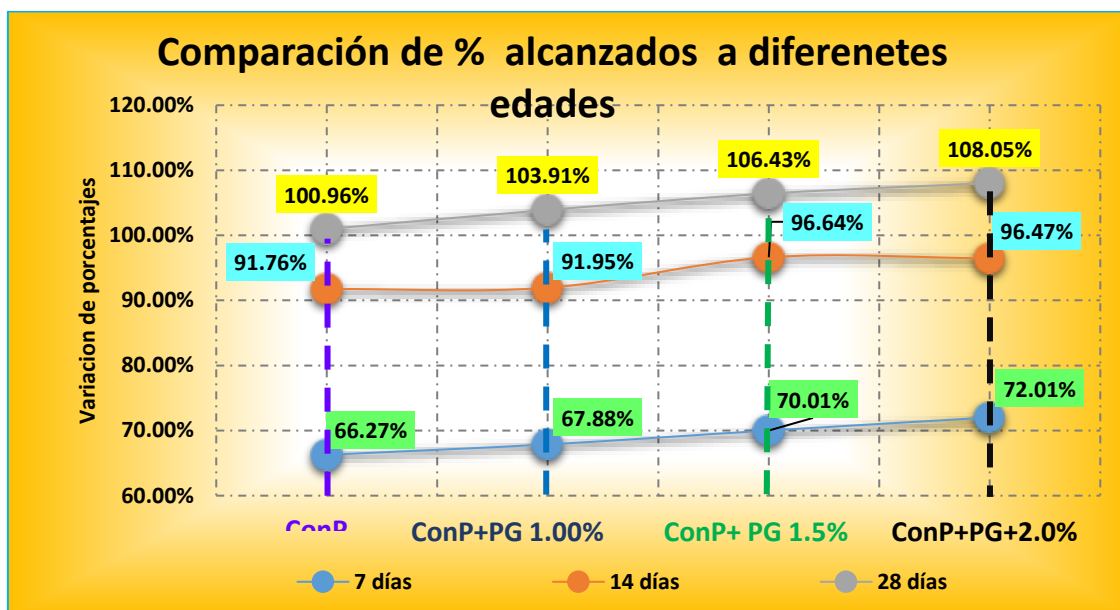
Tabla 33

Recopilación del esfuerzo de rotura de las muestras con polvo de grafito en % 28 días.

Porcentajes alcanzados			
Muestra	7 días	14 días	28 días
Concreto Patrón	66.27%	91.76%	100.96%
ConP+1.00% polvo de grafito	67.88%	91.95%	103.91%
ConP+1.50% polvo de grafito	70.01%	96.64%	106.43%
ConP+2.00% polvo de grafito	72.01%	96.47%	108.05%

Figura 27

Comparativo del comportamiento mecánico del concreto a lo largo del estudio.



Es posible visualizar las resistencias de manera porcentual, tomando como referencia el diseño de 210 kg/cm², equivalente al 100%. De manera evidente, se aprecia que las adiciones de polvo de grafito influyen positivamente en cuanto a la resistencia que podrá ofrecer el concreto.

Tabla 34

Recopilación del esfuerzo de rotura de las muestras con polvo de grafito en kg/cm² 28 días.

Muestra	Esfuerzo a compresión (KG/CM2)			diferencia
	Días			
	7	14	28	
CP	139.17	192.69	212.01	2.01
CP+1% PG	142.55	193.09	218.21	8.21
CP+1.5%PG	147.02	202.93	223.50	13.50
CP+2.0%PG	151.23	202.59	226.91	16.91

Figura 28

Cuadro comparativo del comportamiento mecánico del concreto.



En el grafico anterior logramos observar las resistencias alcanzadas a través del estudio, las cuales nos muestran la evolución del concreto patrón como también de los concretos con incorporación del polvo el grafeno, logrando apreciar que la incorporación de este es beneficioso para el mismo ya que a medida que se incrementa la dosificación del polvo de grafeno las resistencias van subiendo de igual manera.

Tabla 35

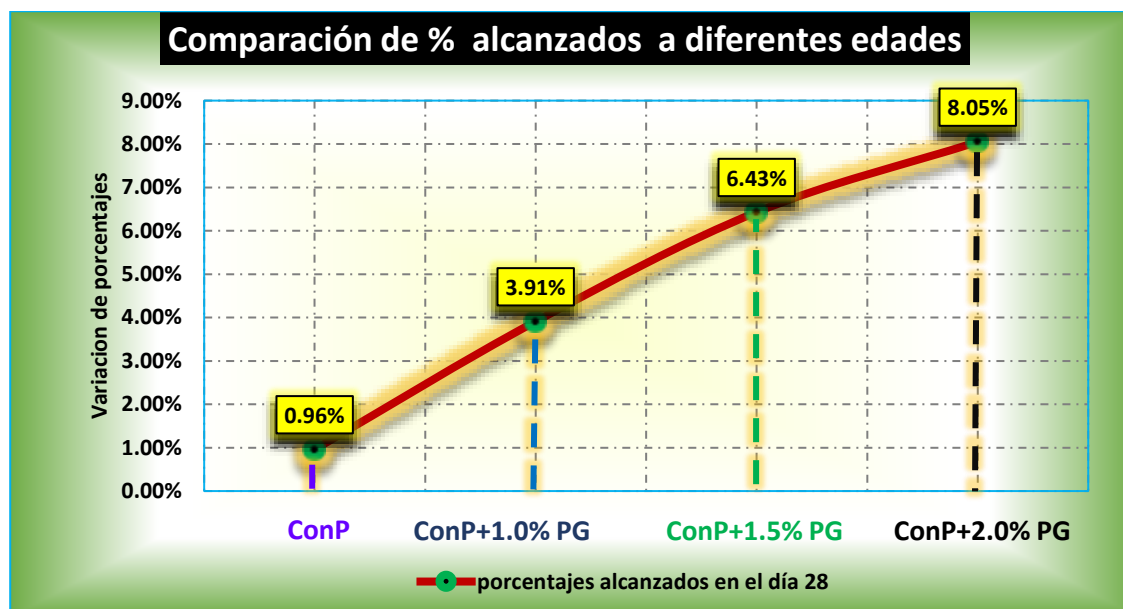
Recopilación de las mejorías del concreto con la incorporación de polvo de grafito en % 28 días.

Porcentajes alcanzados				
	Conc.-Patr.	ConcP+1.00%PG	ConcP+1.5%PG	ConcP+2.0%PG
28 días	0.96%	3.91%	6.43%	8.05%

Nota: PG (Polvo de Grafito).

Figura 29

Cuadro comparativo de mejoras porcentuales con diferentes dosificaciones de polvo de grafito.



La grafica anterior nos muestran los porcentajes en cuanto a las mejorías de las resistencias logradas a través de nuestro estudio, en el cual podemos apreciar que el concreto patrón era supero su diseño en 0.96%, mientras que la incorporación del polvo de grafito en distintos porcentajes como lo son 1.0%, 1.5% y 2.0% mejoran de manera positiva el concreto con respecto a la resistencia a la compresión en 3.91%, 6.43% y 8.05% respectivamente.



4.2 Discusión de resultados

4.2.1 *Análisis de resultados sobre el diseño de mezcla de un concreto de $F'c=210$ KG/CM²*

Para abordar este problema, es crucial empezar analizando la dosificación obtenida a partir del diseño de la mezcla combinada. Para ello, es importante tener en cuenta la dosificación obtenida a partir de la composición de las mezclas de áridos. Por último, debemos examinar la dosificación obtenida a partir del diseño de la mezcla combinada, que se determinó utilizando el enfoque de los 12 pasos. Esto nos permitirá crear las mezclas compuestas basándonos en los datos suministrados en las tablas respectivas, donde pueden observarse varios valores.

4.2.2 *Análisis de resultados sobre la incidencia de la adición de grafito en polvo*

En la determinación de la influencia de la evaluación del polvo de grafito en cuanto a la trabajabilidad de un concreto $f'c=210$ kg/cm², en la ciudad de Juliaca, en el presente estudio se obtuvo que el concreto patrón tiene una trabajabilidad de 3.6", mientras que el polvo de grafito en una proporción de 1.0% influye de manera negativa en cuanto a la trabajabilidad, ya que con la incorporación de polvo de grafito redujo su trabajabilidad a 3.53", seguidamente se analizó de la misma manera en cuanto a la trabajabilidad la adición de 1.5% de polvo de grafito, con esta dosificación la trabajabilidad disminuye un poco más llegando a un promedio de 3.5" y finalmente la incorporación de polvo de grafito en 2.0%, como se aprecia anteriormente a mayor cantidad de polvo de grafito la trabajabilidad disminuye, así que por ende la trabajabilidad se redujo hasta un 3.42", la dosificación de polvo de grafito reduce la trabajabilidad del concreto y aunque no sea de manera significativa el mismo tiene un efecto negativo sobre la mezcla.

CONCLUSIONES

- C.1.** La formulación del diseño de la mezcla de hormigón, con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm², se basa en las propiedades físico-mecánicas de los áridos procedentes de la cantera Isla, en la provincia de San Román. Los detalles precisos del diseño de la mezcla son los siguientes: La composición comprende una relación.
- C.2.** La incidencia al adicionar el 1% de grafito en cuanto al asentamiento del concreto tiende a disminuir en porcentaje relativamente bajo ya que alcanza una trabajabilidad de 3.53" mientras que el concreto patrón obtuvo una trabajabilidad de 3.6" en promedio, seguidamente la incorporación de polvo de grafito en 2% redujo la trabajabilidad de mezcla hasta unos 3.42" lo cual no indica que a mayor cantidad de polvo de grafito en la mezcla, la trabajabilidad de la misma ira disminuyendo paulatinamente y que la trabajabilidad del concreto dependerá de la dosificación de esta.
- C.3.** la resistencia a la compresión del concreto convencional a los 28 días de curado presenta una media de 212.01 kg/cm², con la aplicación de polvo de grafito en 1%, 1.5% y 2% se consiguió esfuerzos a la rotura promedio de 218.21 kg/cm², 223.50 kg/cm² y 226.91 kg/cm² que representan una mejora en cuanto a la resistencia a la compresión de 3.91%, 6.43% y 8.05% respectivamente, lo cual es un indicativo que el polvo de grafito mejora la resistencia a la compresión del concreto, que mientras mayor sea la dosificación de este en la mezcla mayor será la resistencia a la compresión alcanzada por la misma.



RECOMENDACIONES

- R.1.** Se recomienda producir una mezcla con una resistencia a la compresión de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, considerando el uso de materiales obtenidos de canteras locales próximas a la ciudad.
- R.2.** Se recomienda el empleo del polvo de grafito en la mezcla del concreto ya que, a pesar de reducir la trabajabilidad del mismo, sus efectos adversos no llegan a ser relativamente perjudiciales ni críticos en cuanto a la trabajabilidad del concreto en estado fresco.
- R.3.** Se recomienda tener en cuenta que el adicionar el 2% de grafito en polvo tiene mejores resultados. Considerar para futuros estudios los porcentajes de entre 2% a 3%



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, X. (2014). *Tecnología Del Concreto De Alto Desempeño*. Edición, Academia.
- Ambientum. (2000). *Revista Ambientum. Reciclado De Envases Pet*.
- Cabrera, N., Caterbeti, R., Scarzo, E., & San Rafael, M. (2018). *Produccion De Anodos De Grafito Para Produccion Catodica*. Argentina: Universidad Nacional De Cuyo.
- Ccopa Mamani, H. (2017). *Efecto Del Grafeno Como Aditivo Nanotecnológico En La Resistencia Del Concreto*. Puno_ Peru : Universidad Nacional Del Altiplano, Producción Científica-Tecnológica Del País.
- Charaja, F. (2011). *El Mapic En La Metodología De Investigación*. Puno-Peru: Sagitario Empresiones.
- Dirección General De Desarrollo Minero. (2018).
- Ellerly Alejandro, N. J. (2015). *Mejoramiento De La Resistencia A Compresión Del Concreto Con Nanotubos De Carbono*. Bogota: Universidad Distrital Francisco José De Caldas.
- Exitosa, 7. P. (2010). *Arístides Alfredo Vara Horna*.
- F.Gatti. (2012). *Estudio Comparativo De Las Técnicas Contemporáneas En Tierra*.
- F.V.Cossio. (2002). *La Arquitectura Tradicional Como Expresion De La Cultura Popular Y Manigestacion De Su Matriz Vernacula*.
- Garcia. (2004). *Metodologia De La Investigacion*.
- Gervacio, C. H., & Ceballos, D. M. (2015). *Arte, Grafeno: Estado Del*. Mexico: Centro De Investigacion De Materiales.
- Gomero Cervantes, B. W. (2006). *Aditivos Y Adiciones Minerales Para El Concreto*. Univerdiad Nacional De Ingenieria.
- Hernandez Sampieri, Fernandes Collado . (2006). *Metodología De La Investigacion*.
- L. Maldonado Y D. Rivera. (2002). *La Arquitectura Construida Con Tierra En El Umbral Del Siglo Xxi*.



- Lopez, L. (2003). *El Concreto Y Otros Materiales De Construccion*. Colombia: Colombia.
- Luis A. Rendonn & Korody E. (2008). *Diseños De Mezcla De Tereftalato De Polietileno (Pet)-Cemento*. Revista De La Facultad De Ingeniería De La Universidad De Venezuela.
- M. Blondet, G. Villa Y S. Brzev. (2003). *Construcciones De Adobe Resistentes A Los Terremotos*.
- Moreno. (2009). *Estudio Técnico - Económico De Una Fábrica De Cemento*.
- Ortega, F. (2009). *Historia De La Construccion -Escuela Tecnica Superior De Arquitectura De Las Palmas*. Canarias.
- Oteiza, I. (2002). *Introduccion Ala Construccion Con Tierra De " Arquitectura Y Construccion De Tierra"*.
- R.Sepulveda & J. Vega. (2007). *Propiedades Físicas Y Químicas Del Adobe*. Chile: Universidad Internacional Sek, Santiago De Chile.
- Ramírez Maglione, M. C. (2014). *Materiales Multifuncionales De Nitruro De Silicio Con Nanoestructuras Reforzantes Basadas En Grafeno*. Madrid: Universidad Autónoma De Madrid.
- Roberto Hernández, S., Carlos Fernández, C., & Lucio, M. D. (2014). *Metodologia De La Investigacion*. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V.
- Syndy Alvarez, O. (2014). *Estudio De La Influencia De Los Climas De La Región Puno Sobre El Comportamiento Físico – Mecánico Del Concreto Adicionado Con Microsílice*. Puno-Peru: Universidad Nacional Del Altiplano.
- Tamayo, M. (1990). *El Proyecto De Investigación*. Colombia: Arfo Editores Ltda.
- Torres, A. (2004). *Curso Basico De Tecnologia Del Concreto Para Ingenieros Civiles*. Lima: Uni.
- Universidad De La Cuenca. (S.F.). *Evaluación Estructural Del Efecto Del Mortero*.



ANEXOS



Anexo. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cómo realizar la evaluación de uso de grafito en polvo como aditivo en el comportamiento mecánico del concreto elaborado en la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Realizar la evaluación de uso de grafito en polvo como aditivo en el comportamiento mecánico del concreto elaborado en la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La evaluación del uso de grafito en Polvo como aditivo en el comportamiento mecánico del concreto elaborado en la ciudad de Juliaca es positiva.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>GRAFITO EN POLVO</p> <p>Dimensiones: Dosificación de grafito en polvo</p> <p>MP + 1% PG MP + 1.5% PG MP + 2% PG</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>RESISTENCIAS DEL CONCRETO HIDRAULICO</p> <p>Dimensiones: <i>Costos</i> <i>Resistencias a la compresión</i></p>	<p>Software de gestión</p> <p>Observación directa. Medición y pruebas de campo.</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
<p>¿Cómo realizar el respectivo diseño de mezcla para un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con agregados naturales de la Cantera Isla de la provincia de San Román?</p> <p>¿Cómo incide la adición de grafito en polvo como aditivo en proporciones de 1.00%, 1.5% y 2.00 % respetivamente en el asentamiento de un concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$?</p> <p>¿Cómo incide la adición de grafito en polvo como aditivo en proporciones de 1.00%, 1.5% y 2.00 % respetivamente en la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días en un concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$?</p>	<p>Realizar el diseño de mezcla de un concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con agregados naturales de la Cantera Isla de la provincia de San Román.</p> <p>Determinar la incidencia de la adición de grafito en polvo como aditivo en proporciones de 1.00%, 1.5% y 2.00 % respetivamente en el asentamiento de un concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$.</p> <p>Determinar la incidencia de la adición de grafito en polvo como aditivo en proporciones de 1.00%, 1.5% y 2.00 % respetivamente en la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días en un concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$.</p>	<p>El diseño de mezcla de un concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con agregados naturales de la Cantera Isla de la provincia de San Román resulta ser óptimo.</p> <p>El diseño de mezcla de un concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con agregados naturales de la Cantera Isla de la provincia de San Román resulta ser óptimo</p> <p>La incidencia de la adición de grafito en polvo como aditivo en proporciones de 1.00%, 1.5% y 2.00 % respetivamente en la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días en un concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ es positivo.</p>		



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

- PROYECTO** : EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA
- SOLICITANTE** : WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI
- CANTERA** : CANTERA DE ISLA - AGREGADO GRUESO
: CANTERA DE ISLA - AGREGADO FINO
- UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
- FECHA** : 01 DE SETIEMBRE DEL 2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

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

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

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

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos	2.66	2.54
P.e SSS		
P.e Bulk	1466	1767
P.U. Varillado	1310	1698
P.U. Suelto	2.50	4.93
% de Absorción	2.44	4.00
% de Humedad Natural		4.09
Modulo de Fineza	-	

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 items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Alfonso Viana Torres
103257

8006 00288277



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI

CANTERA : CANTERA DE ISLA - AGREGADO GRUESO
 : CANTERA DE ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 01 DE SETIEMBRE DEL 2023

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>484.11</u>
N° 4	38.80	7.76	7.76	92.24	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>508.00</u>
					Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1326.85</u>
N° 8	218.36	43.67	51.43	48.57	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1635.10</u>
					PESO ESPECÍFICO	
N° 16	112.58	22.52	73.95	26.05	Wc+B =	<u>1835</u> Wc+B-W = <u>200</u>
N° 30	53.95	10.79	84.74	15.26	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{508.00}{1635.10 - 1835} = 2.54$ gr/cm ³
N° 50	42.78	8.56	93.29	6.71	ABSORCIÓN	
N° 100	20.59	4.12	97.41	2.59	B =	<u>508.00</u> B-A = <u>23.89</u>
N° 200	12.94	2.59	100.00	0.00	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{23.89 \times 100}{484.11} = 4.93$ %
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	Observaciones sobre el Análisis Granulométrico	
SUMA	500.00	25.00			Mf = MÓDULO DE FINEZA <u>4.09</u>	

AGREGADO GRUESO

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

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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



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



PROYECTO: EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: BACHILLER WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI

CANTERA: RIO MACUSANI - AGREGADO GRUESO
 RIO MACUSANI - AGREGADO FINO

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

FECHA: 01 DE SETIEMBRE DEL 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	381.75
P.T.M. SEC	368.54
P.TARRO	38.59
P AGUA	13.21
P.S.SECO	329.95
% HUMEDA	4.00

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	587.84
P.T.M. SECA	574.76
P.TARRO	39.75
P AGUA	13.08
P.S.SECO	535.01
% HUMEDAD	2.44

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9789	6135	2142	1706
9730	6135	2142	1678
9798	6135	2142	1710
			1698

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
8910	6250	2259	1178
9818	6250	2259	1579
8903	6250	2259	1174
			1310

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9958	6135	2142	1785
9930	6135	2142	1772
9871	6135	2142	1744
			1767

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9505	6250	2259	1441
9645	6250	2259	1503
9536	6250	2259	1455
			1466

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL
 Mgr. Argaldo Yana Torres



De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 4.09 el peso específico unitario del agregado grueso con tamaño máximo nominal de 1466 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.491 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.491) * (1466) = 720 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

Volúmen absoluto de agua	= (205) / (1000)	= 0.205
Volúmen absoluto de cemento	= (366) / (2.85 * 1000)	= 0.128
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (720) / (2.66 * 1000)	= 0.271
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.625

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.625) = 0.375 \text{ m}^3$$

$$(0.375) * (2.54) * 1000 = 955 \text{ Kg/m}^3$$

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

Agregado grueso húmedo	(720) * (1.024448) = 738 Kg.
Agregado Fino húmedo	(955) * (1.0400) = 993 Kg.

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

$$205 - 720 * \left(\frac{2.44 - 2.5}{100} \right) - 955 \left(\frac{4.00 - 4.93}{100} \right) = 214$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	214	0.59
Agreg. Grueso	720	1.97	738	2.02
Agreg. Fino	955	2.61	993	2.71
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	: 42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	: 115.28 Kg.
Agregado grueso húmedo	: 85.69 Kg.
Agua efectiva	: 24.88 Kg.

UNIVERSIDAD NACIONAL VICEPRESIDENTE NESTOR CERDAS VELÁSQUEZ
 PUCP - CAP - INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



DOSIFICACIÓN POR TANDAS: TESIS UANCV

Para Mezcladura de 9 pies



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

1.0 Bolsa de Cemento:		Redondeo	
- 2.40	p3 de Arena	2.4	p3 de Arena
- 2.31	p3 de Piedra Chancada	2.3	p3 de Piedra Chancada
- 25	Lt de Agua	25	Lt de Agua

RECOMENDACIONES

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

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

OBSERVACIONES:

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


 UNIVERSIDAD ANDINA VESTER CACERES TELASQUEZ
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

 Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

B006-00288277



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

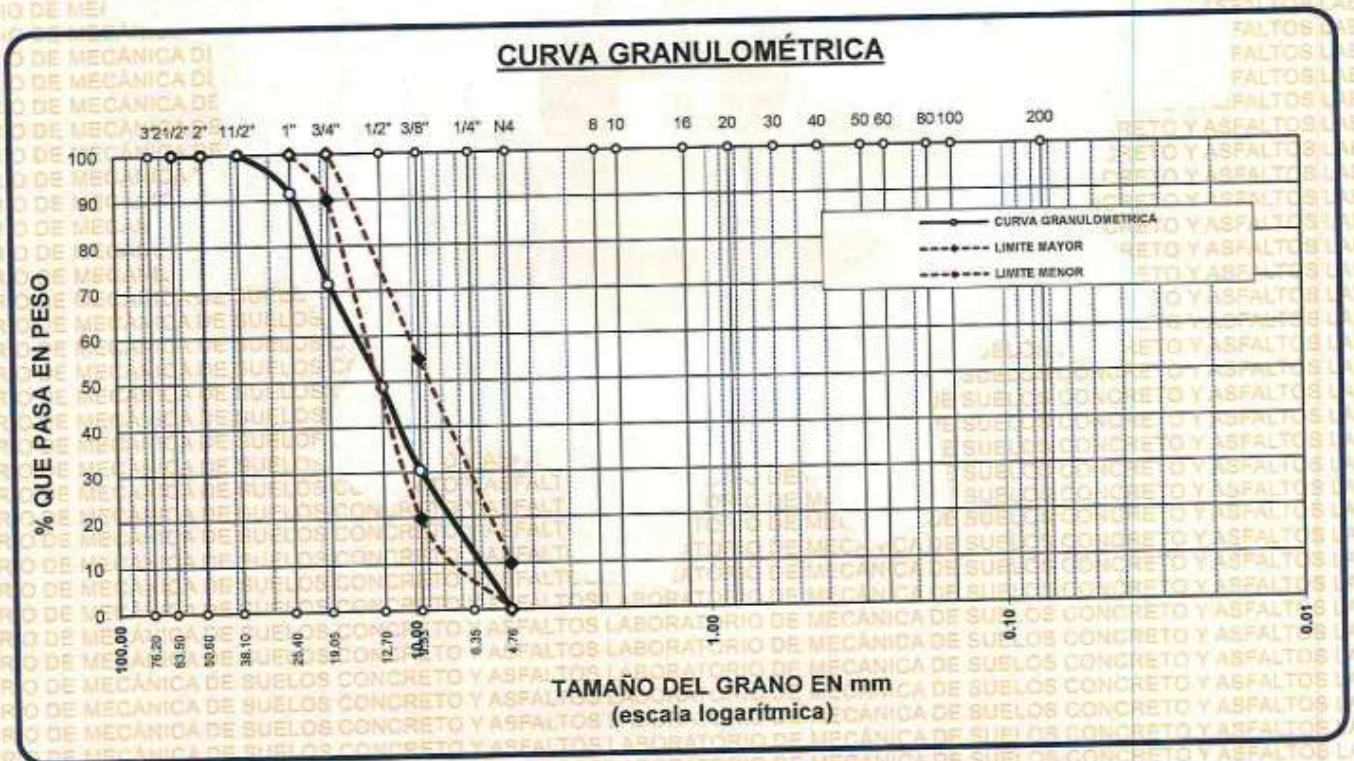
SOLICITANTE : WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI

CANTERA : CANTERA DE ISLA - AGREGADO GRUESO

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

FECHA : 01 DE SETIEMBRE DEL 2023

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



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

Alfredo Yana Torres
 C.P. 103257

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 JULIACA



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA.

SOLICITANTE : WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI

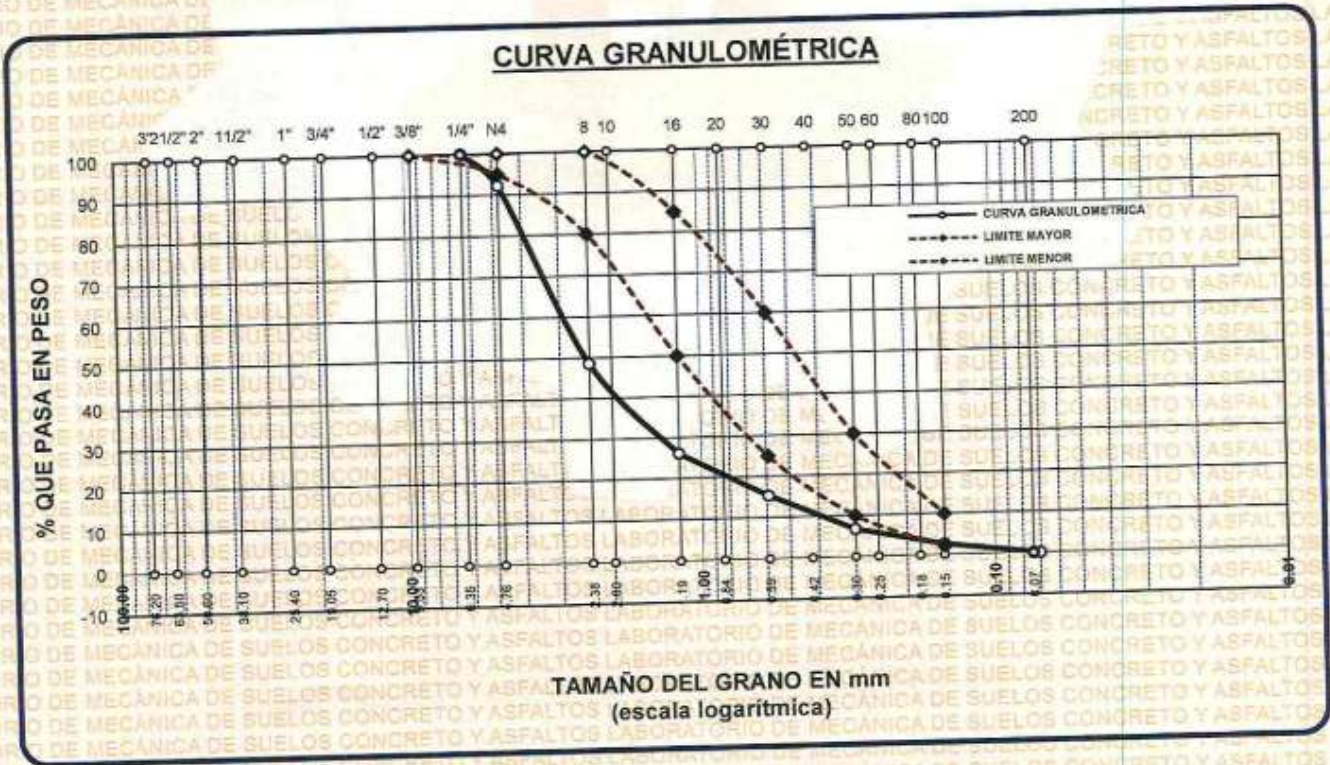
CANTERA : CANTERA DE ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 01 DE SETIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	38.80	7.76	7.76	92.24	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 4.09
No8	2.380	218.36	43.67	51.43	48.57		
No10	2.000					50 - 85 %	
No16	1.190	112.58	22.52	73.95	26.05		
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	53.95	10.79	84.74	15.26		
No40	0.420					10 - 30 %	
No 50	0.300	42.78	8.56	93.29	6.71		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	20.59	4.12	97.41	2.59	2-10%	
No200	0.074	12.94	2.59	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

M.S.C.A. JEFATURA

Metr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI

CANTERA : CANTERA DE ISLA - AGREGADO GRUESO
 : CANTERA DE ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 01 DE SETIEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	6135 gr	6135 gr	6135 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9789.00 gr	9730.00 gr	9798.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3654.00 gr	3595.00 gr	3663.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.759 gr/cm ³	1.731 gr/cm ³	1.763 gr/cm ³
PROMEDIO		1.751 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	6135 gr	6135 gr	6135 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9958.00 gr	9930.00 gr	9871.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3823.00 gr	3795.00 gr	3736.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.840 gr/cm ³	1.827 gr/cm ³	1.798 gr/cm ³
PROMEDIO		1.822 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FIGP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Mgr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

- PROYECTO** : EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA
- SOLICITANTE** : WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI
- CANTERA** : CANTERA DE ISLA - AGREGADO GRUESO
 : CANTERA DE ISLA - AGREGADO FINO
- LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
- FECHA** : 01 DE SETIEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	6250 gr	6250 gr	6250 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	8910.00 gr	9818.00 gr	8903.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	2660.00 gr	3568.00 gr	2653.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	0.831 gr/cm ³	1.115 gr/cm ³	0.829 gr/cm ³
PROMEDIO		0.925 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	6250 gr	6250 gr	6250 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	9505.00 gr	9645.00 gr	9536.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3255.00 gr	3395.00 gr	3286.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.017 gr/cm ³	1.061 gr/cm ³	1.027 gr/cm ³
PROMEDIO		1.035 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Metr. Arnoldo 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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI

CANTERA : CANTERA DE ISLA - AGREGADO GRUESO
 : CANTERA DE ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 01 DE SETIEMBRE DEL 2023

MUESTRA : AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	381.75
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	368.54
PESO DEL TARRO (gr.)	38.59
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	343.16
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	329.95
PESO DEL AGUA (gr.)	13.21
% HUMEDAD	4.00

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	587.84
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	574.76
PESO DEL TARRO (gr.)	39.75
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	548.09
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	535.01
PESO DEL AGUA (gr.)	13.08
% HUMEDAD	2.44

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIF 103257



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : BACHILLER WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI

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

FECHA : 04 - SETIEMBRE - 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	24148	15.01	176.95	136.47	210	04/10/2023	11/10/2023	7	64.98
2	B - 2	25002	14.98	176.24	141.86	210	04/10/2023	11/10/2023	7	67.55
3	B - 3	24421	15.01	176.95	138.01	210	04/10/2023	11/10/2023	7	65.72
4	B - 4	25102	14.98	176.24	142.43	210	04/10/2023	11/10/2023	7	67.82
5	B - 5	24254	15.01	176.95	137.07	210	04/10/2023	11/10/2023	7	65.27
Promedio De Esf. Rotura					139.17					66.27

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	34074	15.01	176.95	192.56	210	04/10/2023	18/10/2023	14	91.70
2	B - 2	34201	15.01	176.95	193.28	210	04/10/2023	18/10/2023	14	92.04
3	B - 3	34007	14.98	176.24	192.95	210	04/10/2023	18/10/2023	14	91.88
4	B - 4	34523	14.98	176.24	195.88	210	04/10/2023	18/10/2023	14	93.28
5	B - 5	33402	15.01	176.95	188.77	210	04/10/2023	18/10/2023	14	89.89
Promedio De Esf. Rotura					192.69					91.76

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	37159	15.01	176.95	210.00	210	04/10/2023	02/11/2023	28	100.00
2	B - 2	37859	15.01	176.95	213.95	210	04/10/2023	02/11/2023	28	101.88
3	B - 3	37065	15.01	176.95	209.47	210	04/10/2023	02/11/2023	28	99.75
4	B - 4	37287	14.98	176.24	211.57	210	04/10/2023	02/11/2023	28	100.75
5	B - 5	38058	15.01	176.95	215.08	210	04/10/2023	02/11/2023	28	102.42
Promedio De Esf. Rotura					212.01					100.96

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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : BACHILLER WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI

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

FECHA : 04 - SETIEMBRE - 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA CON POLVO DE GRAFITO 1.00%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	25546	15.01	176.95	144.37	210	04/10/2023	11/10/2023	7	68.75	
2	B - 2	25369	15.01	176.95	143.37	210	04/10/2023	11/10/2023	7	68.27	
3	B - 3	25368	14.98	176.24	143.94	210	04/10/2023	11/10/2023	7	68.54	
4	B - 4	24989	14.98	176.24	141.79	210	04/10/2023	11/10/2023	7	67.52	
5	B - 5	24648	15.01	176.95	139.29	210	04/10/2023	11/10/2023	7	66.33	
Promedio De Esf. Rotura					142.55						67.88

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	34186	15.01	176.95	193.20	210	04/10/2023	18/10/2023	14	92.00	
2	B - 2	33895	15.01	176.95	191.55	210	04/10/2023	18/10/2023	14	91.21	
3	B - 3	34699	15.01	176.95	196.09	210	04/10/2023	18/10/2023	14	93.38	
4	B - 4	33859	15.01	176.95	191.35	210	04/10/2023	18/10/2023	14	91.12	
5	B - 5	34199	15.01	176.95	193.27	210	04/10/2023	18/10/2023	14	92.03	
Promedio De Esf. Rotura					193.09						91.95

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	38185	15.01	176.95	215.80	210	04/10/2023	02/11/2023	28	102.76	
2	B - 2	39204	14.98	176.24	222.44	210	04/10/2023	02/11/2023	28	105.92	
3	B - 3	39287	15.01	176.95	222.02	210	04/10/2023	02/11/2023	28	105.73	
4	B - 4	38045	15.01	176.95	215.00	210	04/10/2023	02/11/2023	28	102.38	
5	B - 5	38187	15.01	176.95	215.81	210	04/10/2023	02/11/2023	28	102.77	
Promedio De Esf. Rotura					218.21						103.91

OBSERVACIONES:

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 JEFATURA
 JULIACA - TUMBURAY
 Mtr. Arriaga Yana Torres
 CIF 103257



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

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : BACHILLER WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI

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

FECHA : 04 - SETIEMBRE - 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA CON POLVO DE GRAFITO 1.50%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	25478	15.01	176.95	143.98	210	04/10/2023	11/10/2023	7	68.56	
2	B - 2	25956	15.01	176.95	146.69	210	04/10/2023	11/10/2023	7	69.85	
3	B - 3	26178	15.01	176.95	147.94	210	04/10/2023	11/10/2023	7	70.45	
4	B - 4	28078	15.01	176.95	147.37	210	04/10/2023	11/10/2023	7	70.18	
5	B - 5	26389	15.01	176.95	149.13	210	04/10/2023	11/10/2023	7	71.02	
Promedio De Esf. Rotura					147.02						70.01

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	35785	15.01	176.95	202.23	210	04/10/2023	18/10/2023	14	96.30	
2	B - 2	35886	15.01	176.95	202.80	210	04/10/2023	18/10/2023	14	96.57	
3	B - 3	36098	15.01	176.95	204.00	210	04/10/2023	18/10/2023	14	97.14	
4	B - 4	36132	15.01	176.95	204.19	210	04/10/2023	18/10/2023	14	97.23	
5	B - 5	35645	15.01	176.95	201.44	210	04/10/2023	18/10/2023	14	95.92	
Promedio De Esf. Rotura					202.93						96.64

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	39586	15.01	176.95	223.71	210	04/10/2023	02/11/2023	28	106.53	
2	B - 2	40236	15.01	176.95	227.39	210	04/10/2023	02/11/2023	28	108.26	
3	B - 3	39365	15.01	176.95	222.46	210	04/10/2023	02/11/2023	28	105.94	
4	B - 4	39129	14.98	176.24	222.02	210	04/10/2023	02/11/2023	28	105.72	
5	B - 5	39289	15.01	176.95	221.92	210	04/10/2023	02/11/2023	28	105.68	
Promedio De Esf. Rotura					223.50						106.43

OBSERVACIONES:

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



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA

EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE

BACHILLER: WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

04 - SETIEMBRE - 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA CON POLVO DE GRAFITO 2.00%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	26958	15.01	176.95	152.35	210	04/10/2023	11/10/2023	7	72.55	
2	B - 2	26456	15.01	176.95	149.51	210	04/10/2023	11/10/2023	7	71.20	
3	B - 3	26787	15.01	176.95	151.38	210	04/10/2023	11/10/2023	7	72.09	
4	B - 4	26800	15.01	176.95	151.46	210	04/10/2023	11/10/2023	7	72.12	
5	B - 5	26796	15.01	176.95	151.43	210	04/10/2023	11/10/2023	7	72.11	
Promedio De Esf. Rotura					151.23						72.01

OBSERVACIONES:

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	36032	15.01	176.95	203.63	210	04/10/2023	18/10/2023	14	96.97	
2	B - 2	35725	15.01	176.95	201.89	210	04/10/2023	18/10/2023	14	96.14	
3	B - 3	35784	15.01	176.95	202.23	210	04/10/2023	18/10/2023	14	96.30	
4	B - 4	35721	14.98	176.24	202.68	210	04/10/2023	18/10/2023	14	96.51	
5	B - 5	35836	15.01	176.95	202.52	210	04/10/2023	18/10/2023	14	96.44	
Promedio De Esf. Rotura					202.59						96.47

OBSERVACIONES:

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	40503	15.01	176.95	228.89	210	04/10/2023	02/11/2023	28	109.00	
2	B - 2	40265	15.01	176.95	227.55	210	04/10/2023	02/11/2023	28	108.36	
3	B - 3	39989	15.01	176.95	225.99	210	04/10/2023	02/11/2023	28	107.61	
4	B - 4	39889	14.98	176.24	226.33	210	04/10/2023	02/11/2023	28	107.78	
5	B - 5	39954	15.01	176.95	225.79	210	04/10/2023	02/11/2023	28	107.52	
Promedio De Esf. Rotura					226.91						108.05

OBSERVACIONES:

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

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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA

EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE

BACHILLER WILLIAM SOCRATES APAZA MAMANI

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

04 - SETIEMBRE - 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	24258	15.01	176.95	137.09	210	04/09/2023	11/09/2023	7	65.28	
2	B - 2	24956	15.01	176.95	141.03	210	04/09/2023	11/09/2023	7	67.16	
3	B - 3	23987	15.01	176.95	135.56	210	04/09/2023	11/09/2023	7	64.55	
4	B - 4	23200	15.01	176.95	131.11	210	04/09/2023	11/09/2023	7	62.43	
5	B - 5	24996	15.01	176.95	141.26	210	04/09/2023	11/09/2023	7	67.27	
Promedio De Esf. Rotura					137.21						65.34

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	33132	15.01	176.95	187.24	210	04/09/2023	18/09/2023	14	89.16	
2	B - 2	33125	15.01	176.95	187.20	210	04/09/2023	18/09/2023	14	89.14	
3	B - 3	34784	15.01	176.95	196.58	210	04/09/2023	18/09/2023	14	93.61	
4	B - 4	34421	14.98	176.24	195.30	210	04/09/2023	18/09/2023	14	93.00	
5	B - 5	33236	15.01	176.95	187.83	210	04/09/2023	18/09/2023	14	89.44	
Promedio De Esf. Rotura					190.83						90.87

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	B - 1	37263	15.01	176.95	210.58	210	04/09/2023	02/10/2023	28	100.28	
2	B - 2	37565	15.01	176.95	212.29	210	04/09/2023	02/10/2023	28	101.09	
3	B - 3	38089	15.01	176.95	215.25	210	04/09/2023	02/10/2023	28	102.50	
4	B - 4	38589	14.98	176.24	218.95	210	04/09/2023	02/10/2023	28	104.26	
5	B - 5	37954	15.01	176.95	214.49	210	04/09/2023	02/10/2023	28	102.14	
Promedio De Esf. Rotura					214.31						102.05

OBSERVACIONES:

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

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

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
JULIACA - PERÚ

Mgr. Arnaldo Yana Torres
C.P. 103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 06-05-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: WILIAM SOCRATES APAZA MAMANI

Dirección: COMUNIDAD CAMPESINA DE CARABUCO

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 47180518

Teléfono: 988 787 873 email: enccal.p@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: INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DEL USO DE GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO EN LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): EVALUACIÓN, GRAFITO, ADITIVO, CONCRETO

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

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller Titulo 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

06-05-2024

Fecha