



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO
EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES
DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN
LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHACA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2023



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO
EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES
DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN
LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
TESIS PRESENTADA POR:
Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHACA
PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL
APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO : 
Dr. EFRAÍN PARILO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO : 
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS : 
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 316-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de julio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 074-2024-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°048-2024 de fecha 21 de marzo de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **LUZ CLARITA LARICO MACHACA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

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

- * **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **1er Miembro** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**
- * **Asesor** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

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: **LUZ CLARITA LARICO MACHACA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 12 de julio de 2024
- * **HORA** : 09:00
- * **LUGAR** : Aula 306 - 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.

C.d. And. 2024
Inscripción
Escuela Profesional



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
C.I.P. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
C.I.P. 96531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 048-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de marzo de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 030-2024-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 020-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 862-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **04 de setiembre de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **07 de marzo de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **LUZ CLARITA LARICO MACHACA**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

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

- * **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **1er Miembro** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 052-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

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

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

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **LUZ CLARITA LARICO MACHACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

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

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.**

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,

cc.
archivo 2024
interesado (s)



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 85531



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 862-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 04 de setiembre 2023

VISTOS:

El, INFORME N° 505-2023-D-UI-FICP.UANCV del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 0161-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV del responsable del Comité de Investigación, la opinión técnica N° 115-2023-UANCV-FICP-UI-CI del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y el ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha 22 de agosto de 2023, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bachiller: **LUZ CLARITA LARICO MACHACA**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

- * **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **1er Miembro** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, la sub comisión de evaluación de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, y;

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (a) Bachiller: **LUZ CLARITA LARICO MACHACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
archivo 2023
interesado (a)



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

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



INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADO EN INVESTIGACIÓN GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante | 8% |
|---|--|----|

| | | |
|---|--|----|
| 2 | repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
|---|--|----|

| | | |
|---|--------------------------------------|----|
| 3 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 2% |
|---|--------------------------------------|----|

| | | |
|---|---|----|
| 4 | Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante | 1% |
|---|---|----|

| | | |
|---|--|----|
| 5 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
|---|--|----|

| | | |
|---|--|----|
| 6 | repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
|---|--|----|

| | | |
|---|--|-----|
| 7 | repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
|---|--|-----|

repositorio.uancv.edu.pe



Metadatos Complementarios



| | |
|--|---|
| Título de la tesis | |
| INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN | |
| Datos de autor | |
| Nombres y apellidos | Luz Clarita Larico Machaca |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 75249359 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0003-2626-1911 |
| Datos de asesor | |
| Nombres y apellidos | Franz Joseph Barahona Perales |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 02442876 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0000-0001-8509-7224 |
| Datos del jurado | |
| Presidente del jurado | |
| Nombres y apellidos | Leonel Suasaca Pelinco |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 40865558 |
| Miembro del jurado 1 | |
| Nombres y apellidos | Efrain Parillo Sosa |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02416058 |
| Miembro del jurado 2 | |
| Nombres y apellidos | Arnaldo Yana Torres |
| Tipo de documento | DNI |



| | |
|--|---|
| Número de documento de identidad | 41414676 |
| Datos de investigación | |
| Línea de investigación | Tecnología de la Construcción - P17 |
| Grupo de investigación | No aplica. |
| Agencia de financiamiento | Sin financiamiento |
| Ubicación geográfica de la investigación | <p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 59"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/6pFDdMJHcefl_3XSJ7</p> |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | Setiembre 2023 - Julio 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 |



Dr. Efraín Norberto Sosa
DIRECTOR



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo LUZ CLARITA LARICO MACHACA, identificado con DNI Nro. 75249359, 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: "INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCOPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN"

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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 19 de agosto del 2024


Firma del Asesor (obligatoria)


Firma del Estudiante (obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

Al Divino Jesús



AGRADECIMIENTO

A Dios.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

| | |
|--|----------|
| 1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA..... | 1 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.2.1Problema General..... | 2 |
| 1.2.2Problemas específicos..... | 2 |
| 1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 1.3.1Objetivo General..... | 3 |
| 1.3.2Objetivos Específicos. | 3 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. | 3 |
| 1.4.1Justificación Técnica..... | 3 |
| 1.4.2Justificación Social. | 4 |
| 1.4.3Justificación Ambiental. | 4 |
| 1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 5 |
| 1.5.1Hipótesis General. | 5 |
| 1.5.2Hipótesis Específicas..... | 5 |
| 1.6 VARIABLES E INDICADORES. | 5 |
| 1.6.1Variable Independiente..... | 5 |
| 1.6.2Variable Dependiente | 5 |
| 1.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES. | 6 |
| CAPÍTULO II..... | 7 |
| MARCO TEÓRICO | 7 |
| CAPITULO II:..... | 7 |
| 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 7 |
| 2.1.1Antecedentes internacionales..... | 7 |



| | | |
|------------|---|-----------|
| 2.1.2 | Antecedente nacional..... | 10 |
| 2.1.3 | Antecedente regional..... | 12 |
| 2.2 | BASES TEÓRICAS..... | 14 |
| 2.2.1 | Concreto..... | 14 |
| 2.2.1.1 | Tipo de Concreto..... | 15 |
| 2.2.1.2 | Comparación de concreto..... | 17 |
| 2.2.1.3 | Propiedades del concreto..... | 18 |
| 2.2.2 | Agregados..... | 21 |
| 2.2.2.1 | Propiedades de los Agregados..... | 22 |
| 2.2.3 | Aditivo incorporador de aire..... | 23 |
| 2.2.3.1 | Características del aditivo incorporador de aire..... | 24 |
| 2.2.3.2 | Propiedades del aditivo incorporador de aire..... | 25 |
| 2.2.4 | Grafeno..... | 26 |
| 2.2.4.1 | Grafeno en concreto..... | 27 |
| 2.2.5 | Concreto permeable..... | 28 |
| 2.2.5.1 | Propiedades del concreto permeable..... | 29 |
| 2.2.5.2 | Propiedades físicas..... | 30 |
| 2.2.5.3 | Propiedades mecánicas..... | 32 |
| 2.2.6 | Método de diseño de mezcla ACI – 211..... | 33 |
| 2.3 | MARCO CONCEPTUAL..... | 35 |
| 2.3.1 | Aditivo incorporador de aire..... | 35 |
| 2.3.2 | Agregados..... | 35 |
| 2.3.3 | Concreto permeable..... | 35 |
| 2.3.4 | Grafeno..... | 36 |
| 2.3.5 | Resistencia..... | 36 |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.1 | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 37 |
| 3.2 | MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 37 |
| 3.3 | NIVEL Y TIPO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 38 |
| 3.3.1 | Nivel de la Investigación..... | 38 |
| 3.3.2 | Tipo de la Investigación..... | 38 |
| 3.4 | POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 38 |
| 3.4.1 | Población..... | 38 |
| 3.4.2 | Muestra..... | 38 |
| 3.5 | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN..... | 39 |
| 3.5.1 | Técnicas de recolección de datos..... | 39 |
| 3.5.2 | Instrumentos de recolección de datos..... | 39 |



3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN..... 40

3.6.1Desarrollo de plan.....40

3.7 PROCESAMIENTO DE DATOS 47

**CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 RESULTADOS OBTENIDOS..... 48

4.1.1Resultados referentes al proporcionamiento de material para concreto permeable $f'c= 175$ kg/cm². 53

4.1.2Resultados referentes a la incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno sobre la consistencia del concreto permeable $f'c= 175$ kg/cm². 55

4.1.3Resultados referentes al ensayo de coeficiente de permeabilidad del concreto $f'c= 175$ kg/cm². 56

4.1.4Resultados referentes sobre la resistencia del concreto permeable. 58

 4.1.4.1 *Análisis de resultados* 73

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS 75

4.2.1Permeabilidad del Concreto Poroso 75

4.2.2Resistencia a la Compresión del Concreto..... 76

CONCLUSIONES 79

RECOMENDACIONES..... 80

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 81

ANEXOS 86



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Operación de variables..... | 6 |
| Tabla 2 Tamizado del agregado grueso..... | 48 |
| Tabla 3 Tamizado del agregado fino..... | 49 |
| Tabla 4 Humedad del material fino..... | 50 |
| Tabla 5 Humedad del material grueso..... | 51 |
| Tabla 6 Peso suelto del AF..... | 52 |
| Tabla 7 Peso suelto del AG..... | 52 |
| Tabla 8 Peso Compactado AF..... | 53 |
| Tabla 9 Peso Compactado AG..... | 53 |
| Tabla 10 Atributos de los agregados..... | 54 |
| Tabla 11 Proportionamiento según diseño en estados seco..... | 54 |
| Tabla 12 Dosificaciones del aditivo de incorporador de aire..... | 54 |
| Tabla 13 Dosificaciones del grafeno..... | 55 |
| Tabla 14 Consistencia del concreto permeable..... | 55 |
| Tabla 15 Permeabilidad del concreto permeable..... | 56 |
| Tabla 16 Esfuerzo del concreto Poroso a 7 días..... | 58 |
| Tabla 17 Esfuerzo del concreto Poroso a 14 días..... | 59 |
| Tabla 18 Esfuerzo del concreto Poroso a 28 días..... | 60 |
| Tabla 19 Esfuerzo del concreto + 0.03% de aditivo incorporador de aire, a 7 días..... | 61 |
| Tabla 20 Esfuerzo del concreto + 0.03% de aditivo incorporador de aire, a 14 días..... | 62 |
| Tabla 21 Esfuerzo del concreto + 0.03% de aditivo incorporador de aire, a 28 días..... | 63 |
| Tabla 22 Esfuerzo del concreto + 0.06% de aditivo incorporador de aire, a 7 días..... | 64 |
| Tabla 23 Esfuerzo del concreto + 0.06% de aditivo incorporador de aire, a 14 días..... | 65 |
| Tabla 24 Esfuerzo del concreto + 0.06% de aditivo incorporador de aire, a 28 días..... | 66 |
| Tabla 25 Esfuerzo del concreto + 0.03% de Grafeno, a 7 días..... | 67 |
| Tabla 26 Esfuerzo del concreto + 0.03% de Grafeno, a 14 días..... | 68 |
| Tabla 27 Esfuerzo del concreto + 0.03% de Grafeno, a 28 días..... | 69 |
| Tabla 28 Esfuerzo del concreto + 0.06% de Grafeno, a 7 días..... | 70 |
| Tabla 29 Esfuerzo del concreto + 0.06% de Grafeno, a 14 días..... | 71 |



| | |
|--|----|
| Tabla 30 <i>Esfuerzo del concreto + 0.06% de Grafeno, a 28 días</i> | 72 |
| Tabla 31 <i>Comparativo de la permeabilidad del concreto poroso</i> | 73 |
| Tabla 32 <i>Resistencias alcanzadas del concreto</i> | 74 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 <i>Aditivo incorporador de aire</i> | 41 |
| Figura 2 <i>Grafeno</i> | 42 |
| Figura 3 <i>Ficha de atributos del cemento</i> | 42 |
| Figura 4 <i>Curva del material grueso</i> | 49 |
| Figura 5 <i>Curva del material fino</i> | 50 |
| Figura 6 <i>Comparativo del asentamiento (SLUMP)</i> | 56 |
| Figura 7 <i>Comparativa de la Permeabilidad</i> | 57 |
| Figura 8 <i>Esfuerzo alcanzado del concreto Poroso a 7 días</i> | 58 |
| Figura 9 <i>Esfuerzo alcanzado del concreto Poroso a 14 días</i> | 59 |
| Figura 10 <i>Esfuerzo alcanzado del concreto Poroso a 28 días</i> | 60 |
| Figura 11 <i>Esfuerzo alcanzada del concreto + 0.03% de aditivo I-A, a 7 días</i> | 61 |
| Figura 12 <i>Esfuerzo alcanzada del concreto + 0.03% de aditivo I-A, a 14 días</i> | 62 |
| Figura 13 <i>Resistencia del concreto + 0.03% de aditivo I-A, a 28 días</i> | 63 |
| Figura 14 <i>Resistencia del concreto + 0.06% de aditivo I-A, a 7 días</i> | 64 |
| Figura 15 <i>Resistencia del concreto + 0.06% de aditivo I-A, a 14 días</i> | 65 |
| Figura 16 <i>Resistencia del concreto + 0.06% de aditivo I-A, a 28 días</i> | 66 |
| Figura 17 <i>Resistencia del concreto + 0.03% de Grafeno, a 7 días</i> | 67 |
| Figura 18 <i>Resistencia del concreto + 0.03% de Grafeno, a 14 días</i> | 68 |
| Figura 19 <i>Esfuerzo del concreto + 0.03% de Grafeno, a 28 días</i> | 69 |
| Figura 20 <i>Esfuerzo alcanzada del concreto + 0.06% de Grafeno, a 7 días</i> | 70 |
| Figura 21 <i>Resistencia del concreto + 0.06% de Grafeno, a 14 días</i> | 71 |
| Figura 22 <i>Resistencia del concreto + 0.06% de Grafeno, a 28 días</i> | 72 |
| Figura 23 <i>Comportamiento de la permeabilidad del concreto poroso</i> | 73 |
| Figura 24 <i>Resistencias alcanzadas del concreto</i> | 74 |



RESUMEN

La tesis titulada "**INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**", se centra en evaluar cómo los aditivos de aire y grafeno afectan las características del concreto permeable. Para ello, se realizó un estudio experimental en el que se diseñó una mezcla de concreto permeable con una resistencia objetivo de 175 kg/cm². La mezcla se formuló con una proporción de 1.00 de cemento, 0.40 de agua, 4.49 de agregado fino y 0.24 de agregado grueso por bolsa de cemento, con un contenido de aire inicial del 19%. En el experimento se probaron dos concentraciones de aditivos incorporadores de aire (0.03% y 0.06%) y dos concentraciones de grafeno (0.03% y 0.06%). Se observó una reducción en la trabajabilidad de la mezcla debido a su sequedad. La permeabilidad del concreto estándar fue de 1.60 cm/seg. Al incorporar el aditivo de aire, la permeabilidad aumentó a 1.75 cm/seg, mientras que la adición de grafeno la redujo a 0.98 cm/seg. Estos hallazgos sugieren que el aditivo de aire mejora la permeabilidad del concreto. En cuanto a la resistencia, el concreto patrón mostró una resistencia de 177.53 kg/cm². Con la adición del incorporador de aire en concentraciones de 0.03% y 0.06%, la resistencia aumentó a 179.60 kg/cm² y 181.87 kg/cm², respectivamente. Por otro lado, la inclusión de grafeno en concentraciones de 0.03% y 0.06% resultó en una mejora de la resistencia a 203.02 kg/cm² y 208.16 kg/cm², respectivamente. Estos resultados indican que el grafeno incrementa significativamente la resistencia del concreto.

Palabras clave: Asentamiento, Concreto, Permeabilidad, Resistencia a compresión.



ABSTRACT

The thesis entitled "INCIDENCE OF THE USE OF AIR-EXTRACTING AGENTS AND GRAPHENE IN VARIABLE DOSAGES ON THE PROPERTIES OF PERMEABLE CONCRETE PRODUCED IN THE PROVINCE OF SAN ROMÁN", focuses on evaluating how air and graphene additives affect the characteristics of permeable concrete. To this end, an experimental study was carried out in which a permeable concrete mixture with a target strength of 175 kg/cm² was designed. The mixture was formulated with a proportion of 1.00 cement, 0.40 water, 4.49 fine aggregate and 0.24 coarse aggregate per bag of cement, with an initial air content of 19%. Two concentrations of air-entraining admixtures (0.03% and 0.06%) and two concentrations of graphene (0.03% and 0.06%) were tested in the experiment. A reduction in the workability of the mixture was observed due to its dryness. The permeability of the standard concrete was 1.60 cm/sec. By incorporating the air-entraining admixture, the permeability increased to 1.75 cm/sec, while the addition of graphene reduced it to 0.98 cm/sec. These findings suggest that the air-entraining admixture improves the permeability of the concrete. In terms of strength, the standard concrete showed a strength of 177.53 kg/cm². With the addition of the air-entraining admixture at concentrations of 0.03% and 0.06%, the strength increased to 179.60 kg/cm² and 181.87 kg/cm², respectively. On the other hand, the inclusion of graphene at concentrations of 0.03% and 0.06% resulted in an improvement in strength to 203.02 kg/cm² and 208.16 kg/cm², respectively. These results indicate that graphene significantly increases the strength of concrete.

Keywords: Settlement, Concrete, Permeability, Compressive strength.



INTRODUCCIÓN

El concreto permeable es un material de construcción innovador que permite el paso del agua a través de su estructura, lo cual ayuda a mitigar problemas de escorrentía y a mejorar la recarga de acuíferos. Este tipo de concreto ha ganado popularidad en proyectos de urbanización sostenible debido a sus beneficios ambientales y funcionales. Sin embargo, la implementación y optimización de sus propiedades todavía presentan desafíos importantes, especialmente en regiones con condiciones climáticas y geológicas específicas, como la provincia de San Román.

En este contexto, la presente investigación se centra en evaluar la incidencia del empleo de incorporador de aire y grafeno en diferentes dosificaciones sobre los atributos del concreto poroso. El incorporador de aire se utiliza comúnmente en la fabricación de concreto para mejorar su durabilidad y trabajabilidad, mientras que el grafeno, un material compuesto de carbono con excelentes propiedades.

El objetivo es determinar cómo el empleo de estos materiales en diversas proporciones afecta los atributos mecánicos, la permeabilidad y la durabilidad del concreto permeable. Para ello, se llevarán a cabo una serie de experimentos y análisis comparativos que permitirán establecer relaciones entre las dosificaciones utilizadas y las propiedades resultantes del concreto.

La investigación no solo contribuirá al conocimiento técnico sobre la producción de concreto permeable con propiedades mejoradas, sino que también ofrecerá soluciones prácticas para la construcción sostenible en la región, alineándose con las tendencias globales de desarrollo urbano respetuoso con el medio ambiente. Además, los resultados obtenidos podrán ser aplicables a otras regiones con condiciones similares, extendiendo así el impacto positivo de esta tecnología de construcción innovadora.

Para la tesis está constituida por cuatro capítulos:



Capítulo I: Aquí se define el problema que se abordará y se establecen los objetivos específicos. Este capítulo es fundamental, ya que clarifica lo que se busca lograr con la investigación y por qué es importante.

Capítulo II: En este capítulo, se presentan los términos y conceptos clave relacionados con el concreto, basados en la teoría y respaldados por autores e instituciones especializadas.

Capítulo III: Describe detalladamente la metodología de la investigación. Aquí se especifica el contexto en el que se realiza el estudio, el objeto de estudio, la información necesaria y cómo se recolectará, así como el tipo de investigación.

Capítulo IV: En este capítulo, se presenta el desarrollo completo del tema principal de la investigación. Cada sección aborda los objetivos planteados en el primer capítulo, siguiendo la metodología previamente descrita y considerando la lógica y el propósito de la investigación.

Finalmente, se exponen las conclusiones, evaluando el grado en que se alcanzaron los objetivos propuestos. Además, se ofrecen recomendaciones relacionadas con el tema tratado, basadas en los hallazgos de la investigación.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática.

En las últimas décadas, el rápido crecimiento urbano y la expansión de infraestructuras han incrementado significativamente las superficies impermeables, lo que ha agravado problemas ambientales como la escorrentía superficial, la disminución en la recarga de acuíferos y las inundaciones urbanas. El concreto permeable se ha presentado como una solución innovadora para mitigar estos problemas, al permitir la infiltración del agua de lluvia a través de su estructura porosa. No obstante, a pesar de sus ventajas ambientales, este tipo de concreto enfrenta desafíos importantes en términos de resistencia mecánica y durabilidad. En la provincia de San Román, las condiciones climáticas y geológicas específicas, como la presencia de suelos arcillosos y la alta frecuencia de precipitaciones, requieren soluciones constructivas que sean sostenibles y adecuadas a estas particularidades locales. Los aditivos como el incorporador de aire y el grafeno han demostrado mejorar propiedades del concreto Poroso, tales como la trabajabilidad, la resistencia a ciclos de congelamiento y deshielo, y la resistencia a la compresión. Sin embargo, el impacto de estos aditivos en las propiedades mecánicas y de permeabilidad del concreto permeable ha sido poco estudiado. La falta de investigaciones



sobre el uso combinado de incorporador de aire y grafeno en concretos permeables genera incertidumbre sobre la implementación de estas tecnologías en la construcción local. Esta brecha de conocimiento dificulta que los profesionales de la construcción y los responsables de la formulación de políticas puedan tomar decisiones informadas sobre las mejores prácticas para mejorar las propiedades del concreto permeable en la región. Por lo tanto, es fundamental investigar cómo las variaciones en las dosificaciones de incorporador de aire y grafeno afectan las propiedades del concreto permeable producido en San Román. Comprender estas interacciones permitirá optimizar las mezclas de concreto para mejorar su rendimiento y durabilidad, proporcionando una solución eficaz y sostenible a los desafíos constructivos y ambientales de la provincia.

Esta investigación tiene como objetivo llenar este vacío de conocimiento, proporcionando datos empíricos y análisis detallados que orienten el uso de aditivos en el concreto permeable, mejorando su viabilidad y eficacia en aplicaciones locales.

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 *Problema General.*

¿Cuál será la incidencia del aditivo de incorporador de aire y grafeno en dosificaciones variables sobre las propiedades de un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, en la provincia de San Román?

1.2.2 *Problemas específicos.*

1. ¿Cuál será las proporciones de los elementos para un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, con agregados de la cantera Unocolla de la provincia de San Román?
2. ¿Cómo incide el aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el asentamiento del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$?
3. ¿Cómo incide el aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable $f'c=175\text{ kg/cm}^2$?



4. ¿Cómo incide el aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre la resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$?

1.3 Objetivos de la Investigación.

1.3.1 Objetivo General

Determinar la incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno en dosificaciones variables sobre las propiedades de un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, en la provincia de San Román.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Determinar las proporciones de los elementos para un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, con agregados de la cantera Unocolla de la provincia de San Román.
2. Determinar la incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el asentamiento del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$.
3. Determinar la incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable $f'c=175\text{ kg/cm}^2$.
4. Determinar la incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre la resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

1.4 Justificación de la Investigación.

1.4.1 Justificación Técnica.

Este estudio es crucial desde una perspectiva técnica, ya que contribuye al avance del conocimiento y la utilización de materiales de vanguardia en el campo de la construcción. Al incorporar tanto agentes inclusores de aire como grafeno en el hormigón permeable, existe una oportunidad prometedora de mejorar sus características de resistencia mecánica y permeabilidad. La introducción de aire en el hormigón puede mejorar su capacidad para ser trabajado y resistir la congelación y la descongelación,



mientras que el uso de grafeno puede mejorar la capacidad del hormigón para resistir la compresión y mejorar su longevidad. En ausencia de investigaciones que investiguen estas combinaciones en entornos regionales particulares, como la provincia de San Román, se vuelve un desafío determinar las dosis más efectivas para lograr ventajas tecnológicas óptimas.

1.4.2 Justificación Social.

El uso de hormigón permeable mejorado conlleva importantes ramificaciones sociales. Mejorar la infraestructura urbana y rural en la provincia de San Román mediante el uso de materiales más eficaces y sostenibles puede mejorar significativamente la calidad de vida de los ciudadanos. La implementación de medidas para mitigar las inundaciones y mejorar la gestión de las aguas pluviales puede reducir eficazmente los riesgos asociados a la escorrentía superficial, salvaguardando las propiedades y minimizando los gastos de reparación. Además, el uso de estas tecnologías puede promover la creación de empleo local en la construcción y el mantenimiento de la infraestructura, mejorando así la economía de la zona.

1.4.3 Justificación Ambiental.

El hormigón permeable contribuye a la sostenibilidad urbana al facilitar la penetración de las aguas pluviales, aliviando así la presión sobre los sistemas de drenaje y mitigando la probabilidad de inundaciones, desde un punto de vista medioambiental. La investigación de la integración de aditivos como el grafeno y los agentes inclusores de aire puede dar como resultado la creación de hormigón permeable que sea más duradero y eficaz. Esto puede reducir la necesidad de reparaciones periódicas y, como resultado, disminuir el consumo de recursos naturales y energía. Además, la mejora de la recarga de los acuíferos desempeña un papel importante en la protección de los suministros de agua locales, en particular frente al cambio climático y las crecientes necesidades de agua.



1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

La incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno en dosificaciones variables sobre las propiedades de un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, será variable, ya que presenta diferentes tipos de propiedades los elementos.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

1. Las proporciones de los elementos para un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, serán óptimo para la construcción.
2. La incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el asentamiento del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$, será un punto de trabajabilidad.
3. La incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable $f'c=175\text{ kg/cm}^2$, será variable ya que ambos elementos son distintos.
4. La incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre la resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$, será positivo.

1.6 Variables E Indicadores.

1.6.1 Variable Independiente.

Concreto Poroso

Indicadores:

- Aditivo incorporador de aire
- Grafeno

1.6.2 Variable Dependiente

Propiedades del concreto

Indicadores:



- Asentamiento
- Coeficiente de permeabilidad
- Resistencia a la compresión (kg/cm²)

1.7 Operacionalización de Variables.

El siguiente cuadro ilustra la operacionalización de las variables.

Tabla 1

Operación de variables

| Variable Independiente | Definición | Dimensión | Indicadores | Instrumentos de Medición |
|------------------------------------|--|---|---|--|
| CONCRETO POROSO | El concreto permeable es un tipo de concreto poroso que permite que el agua pase a través de él, reduciendo la escorrentía superficial y favoreciendo la recarga de agua subterránea. | Proporción de aditivo Incorporador de aire y grafeno | Aditivo incorporador de aire Grafeno | Balanza Electrónica, Ficha de toma de datos |
| Variable Dependiente | Definición | Dimensión | Indicadores | Instrumentos de Medición |
| PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE | Es de baja resistencia; con revenimiento cero; es seco y poroso y puede usarse como pavimento de aceptable calidad estructural, que permita filtrar el agua de lluvia, y evitar el escurrimiento superficial | Concreto + adición de aditivo Incorporador de aire y grafeno | Asentamiento Coeficiente de permeabilidad Resistencia a la compresión | Laboratorio de Suelos |



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 Antecedentes internacionales.

(Guzmán Camacho, 2016) en su estudio titulada Concreto permeable, ventajas y desventajas de su uso en vías urbanas de bajo tránsito, El hormigón permeable se utiliza cada vez más en las principales áreas urbanas para mejorar el control de la escorrentía de aguas pluviales tanto a escala regional como local. Esta forma particular de hormigón posee una estructura porosa que permite la infiltración de agua, reduciendo así las consecuencias negativas de la escorrentía, como las inundaciones y la erosión. El hormigón permeable puede ahorrar gastos de proyecto y optimizar la utilización del terreno al reducir la necesidad de sumideros, vertederos y otros sistemas de aguas pluviales. Al utilizar hormigón permeable, se reduce la necesidad de infraestructura de drenaje Poroso, como sumideros y sistemas de tuberías, lo que da como resultado menores gastos iniciales de construcción y permite la utilización del terreno para otros fines. El hormigón permeable tiene el beneficio adicional de reducir los gastos operativos y permite a los desarrolladores maximizar el uso del terreno existente. Minimizar la necesidad de mantenimiento y reparación de los sistemas de drenaje Porosoes da como resultado menores costos



operativos, mejorando el uso del terreno y aumentando su valor y funcionamiento. El hormigón permeable tiene un costo de ciclo de vida mucho menor en comparación con otras opciones y proporciona ahorros de costos a largo plazo como resultado de su resiliencia, resistencia y vida útil prolongada. El hormigón permeable, a diferencia de otros materiales, no necesita ser reemplazado o reparado regularmente, lo que garantiza su durabilidad y utilidad durante un período prolongado. Esto se traduce en un importante ahorro de costes a largo plazo. Al utilizar hormigón permeable, las personas pueden reducir su dependencia de las líneas de alcantarillado y eliminar la necesidad de un costoso mantenimiento de los sistemas de recolección de aguas pluviales. La gestión eficiente de las aguas pluviales disminuye la presión sobre los sistemas de alcantarillado municipales, lo que reduce la necesidad de ampliar y mantener estas infraestructuras. Esto también permite a los usuarios evitar los impuestos relacionados con el uso y el mantenimiento de los sistemas de recolección de aguas pluviales.

Según Soria (2019) su estudio titulado "Determinación de la deformación unitaria del hormigón flexible (ϵ_{cu}) elaborado con microfibras de polímeros para la teoría de diseño a flexión de vigas simplemente armadas". La deformación unitaria para hormigones con una fuerza uniaxial que va desde 21 MPa a 28 MPa se establece en 0,0031. Se encontró un aumento en la deformación unitaria cuando la resistencia aumentó a 35 MPa y 42 MPa, con valores que alcanzaron 0,0035 y 0,0038 respectivamente. La importancia de estos descubrimientos radica en el establecimiento de una correlación clara entre la resistencia del hormigón y su capacidad para soportar la deformación. Esta correlación es crucial para el diseño y la construcción efectivos de edificios que exigen tanto gran flexibilidad como resistencia. Además, la integración de microfibras de polímero en el hormigón mejora tanto su resistencia como la deformación, lo que da como resultado un material más adaptable. Esta investigación destaca la importancia de tener en cuenta tanto la fuerza compresión como la cantidad de microfibras de polímero en el diseño de hormigones flexibles. Ofrece



recomendaciones significativas para mejorar el rendimiento de las vigas de hormigón armado en aplicaciones del mundo real.

(Ávila, Eguez, & Roa, 2019) El objetivo es evaluar la resistencia química de morteros de cemento utilizando óxido de grafeno sintetizado a partir de esquistos grafiticos en Cerro Villonaco, provincia de Loja, Ecuador, y grafito sintético que es accesible comercialmente en Ecuador. El objetivo principal del estudio es examinar varios materiales con y sin combinaciones de morteros reforzados con óxido de grafeno reducido. La recristalización metamórfica de la materia orgánica en rocas es el mecanismo por el cual se crea el grafito natural. Los depósitos de grafito se crean cuando este procedimiento se aplica a estratos de carbón o rocas que contienen hidrocarburos líquidos. Se utilizan tratamientos mecánicos y químicos para separar las partículas de carbono de otros minerales o impurezas inorgánicas, como óxido férrico, sílice y alúmina, en muestras de esquisto grafitico. La cantidad de contaminantes presentes se decide mediante el proceso de calcinación. El objetivo principal de la investigación es examinar los posibles beneficios y desventajas del uso de óxido de grafeno como refuerzo en morteros de cemento. En este proceso se evaluarán las propiedades mecánicas de las mezclas de óxido de grafeno elaboradas a partir de fuentes naturales y sintéticas. Los resultados de este estudio pueden allanar el camino para opciones de materiales de construcción más ecológicos y que mejoren el rendimiento que utilicen nanopartículas. Hay una serie de procesos básicos involucrados en la extracción de grafito, su refinación, su oxidación y su posterior reducción para obtener óxido de grafeno a partir de esquistos grafiticos y grafito sintético. La calidad y eficacia del óxido de grafeno producido, que se refleja en las propiedades mecánicas del mortero reforzado, depende de cada etapa del proceso. El objetivo principal de esta investigación es proporcionar un nuevo método para mejorar las propiedades del mortero de cemento mediante el uso de óxido de grafeno como agente de refuerzo. También se compararán y contrastarán materiales de origen natural y manufacturado.



2.1.2 Antecedente nacional.

Según Sangay (2017) su tesis titulada "Influencia del aditivo EUCON 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Cajamarca". El objetivo principal de esta investigación es estudiar cómo afecta la adición del aditivo EUCON 1037 a la resistencia a la compresión del hormigón. Para llevar a cabo la investigación se utilizaron núcleos de hormigón con una determinada composición de diseño de mezcla. Se realizaron pruebas de compresión en los núcleos siguiendo estrictamente los procedimientos especificados por las normas ASTM y NTP. Nuestro objetivo era asegurarnos de que los resultados fueran precisos y consistentes. El uso del aditivo EUCON 1037 aumentó la resistencia a la compresión del hormigón en 350 kg/cm^2 para f_c , según los resultados de las pruebas. Para el aumento de resistencia especificado, se encontró que una dosis de aditivo del 1,7% en peso de cemento era óptima. La adición de EUCON 1037 al hormigón mejora sus propiedades mecánicas de forma significativa. La tesis concluye, entre otras cosas, que el uso de EUCON 1037 aumenta la longevidad del hormigón y produce importantes ventajas económicas. Los edificios que requieren resistencia a fuertes presiones de compresión pueden hacer uso de hormigón de alta resistencia. Esto permite a los arquitectos e ingenieros diseñar edificios más rentables haciendo un mejor uso del acero disponible. Un beneficio adicional del uso de EUCON 1037 es que hace que el hormigón sea más resistente. Un hormigón más resistente significa que las estructuras duran más, son más seguras y pueden soportar mejores cargas más pesadas. Cuando la seguridad y la longevidad del edificio son primordiales, esto se vuelve mucho más importante. En conclusión, la investigación de esta tesis confirma que el aditivo EUCON 1037 aumenta significativamente la resistencia a la compresión del hormigón. El rendimiento estructural y la eficiencia económica se mejoran con este aditivo.

(Bartra Chujutally, 2019) El objetivo es cómo la adición nanotecnológica de grafeno afecta al hormigón con una resistencia a la compresión (f_c) de 210 kg/cm^2 . A lo largo de



la investigación se desarrollaron cuatro diseños de mezcla distintos. Una mezcla maestra sin grafeno fue el primer elemento de diseño. Para comparar tres mezclas adicionales que contenían grafeno en diferentes proporciones (1,00 %, 1,50 % y 2,00 % del peso total del cemento), se utilizó esta mezcla como referencia. Después de 28 días, el objetivo principal de la receta del hormigón era logra una fuerza a compresion de 210 kg/cm². Este número de resistencia en particular puede usarse como un punto de referencia sólido para evaluar los efectos del grafeno. Hay poca evidencia de que la adición de grafeno al hormigón recién mezclado afecte a su trabajabilidad. Para que el grafeno sea una adición viable en aplicaciones prácticas, su trabajabilidad y facilidad de mantenimiento son de suma importancia. Debido a su notable trabajabilidad, el grafeno tiene los ingredientes para ser una alternativa muy viable que podría impulsar avances tecnológicos en el sector del hormigón. En comparación con el aditivo estándar, los resultados mostraron que el grafeno aumentó la resistencia a la compresión del hormigón. La concentración de grafeno se correlaciona positivamente con la resistencia del hormigón, lo que sugiere que la resistencia del material mejora con el aumento del porcentaje de grafeno. Además, la investigación ha demostrado que el grafeno acelera la solidificación del hormigón, lo que significa que se acelera el crecimiento de la resistencia inicial. Cuando se requiere un crecimiento rápido de la resistencia, el comportamiento acelerado de configuración resulta útil, acortando los tiempos de construcción y haciendo que los proyectos sean más eficientes. Al mejorar tanto la resistencia como el tiempo de fraguado, el grafeno tiene un gran potencial como componente nanotecnológico del hormigón. En conjunto, la investigación revela que agregar grafeno al hormigón lo hace mucho más resistente a la compresión y acelera el proceso de solidificación sin sacrificar el uso inicial del material. Los resultados de este estudio tienen implicaciones importantes para el desarrollo de nuevas técnicas para producir hormigón, lo que podría conducir a la creación de materiales de construcción que sean más robustos, duraderos y eficientes.



2.1.3 Antecedente regional.

(Huaraya Mamani & Jihuaña Huarachi, 2022) El objetivo principal de este estudio fue analizar los efectos de varios porcentajes de aditivos en las propiedades hidráulicas y mecánicas del concreto permeable en Puno. El análisis cuantitativo fue el énfasis principal de la técnica descriptiva experimental del estudio. Los resultados mostraron que la resistencia a compresión fue de 194,76 kg/cm² y la resistencia a flexión fue de 32,57 kg/cm² para el concreto poroso elaborado con una concentración de 1,5% de adición de Sikacem. El valor del coeficiente de permeabilidad fue de 22,31 mm/seg, que es el máximo, para el diseño que no contenía ningún aditivo (0,0%). Según los resultados, parece que añadir Sikacem al hormigón permeable mejora significativamente sus propiedades mecánicas, lo que lleva a un aumento perceptible de su resistencia a la compresión y a la flexión. Sin embargo, el efecto perjudicial del aditivo sobre las propiedades hidráulicas del hormigón (una caída del coeficiente de permeabilidad) supera el beneficio sobre las cualidades mecánicas. La investigación destaca la necesidad de desarrollar hormigón permeable con un perfil mecánico e hidráulico equilibrado. Hay beneficios en aumentar la resiliencia mecánica del hormigón debido a su larga vida útil y a su capacidad para soportar enormes cargas. Es posible que no pueda gestionar tan bien la escorrentía de aguas pluviales si se reduce su permeabilidad. El uso del aditivo Sikacem debe considerarse cuidadosamente en los casos en que la resistencia mecánica sea de suma importancia, mientras que en los casos en que se requiera una alta permeabilidad, la cantidad del aditivo debe evaluarse con mucho cuidado. Al final, el estudio concluyó que empleo de Sikacem al hormigón permeable ayuda sus propiedades mecánicas, lo que se traduce en un aumento de la resistencia positiva. Sin embargo, estas mejoras conllevan una disminución de las propiedades hidráulicas, lo que sugiere que es necesaria una evaluación completa y exhaustiva basada en los objetivos del proyecto. En regiones con características similares a Puno, los resultados proporcionan una base sólida para las investigaciones tanto teóricas como prácticas sobre el hormigón permeable.



(Casayco Fernández & Morales Fabián, 2019) Este estudio tiene como objetivo evaluar la resistencia a la compresión ($f''c = 175 \text{ kg/cm}^2$) del hormigón ordinario con hormigón hidráulico al que se le ha añadido cantidades variables de óxido de grafeno (0,05%, 0,06%, 0,07%, 0,08%, 0,09% y 0,10% en peso de cemento Portland). La incorporación de 36 tubos de ensayo que contienen óxido de grafeno dentro de seis tubos de ensayo cilíndricos de hormigón estampado permitió utilizar el enfoque ACI para el diseño de la mezcla. Utilizamos un conjunto de seis tubos de ensayo de óxido de grafeno. Para las 36 muestras que se probaron, el hormigón estampado Se utilizó un cemento que incluía óxido de grafeno. Tubo dedicado. Las concentraciones de óxido de grafeno variaron entre 0,05% y 0,10%, con incrementos de 0,01% entre cada valor. En total, se utilizaron 42 tubos de ensayo. De acuerdo con ASTM C 39, los tubos de ensayo se sometieron a pruebas de resistencia a la compresión. El peso del cemento es una correlación directa con el porcentaje de óxido de grafeno que se le aplicó. Hubo un intervalo de 7 a 28 días entre cada prueba. Nuestra notable tasa de resistencia del 81,6% después de 7 días se logró al realizar el diseño de la mezcla del hormigón patrón antes de agregar los aditivos. El equipo de UCVATE examinó el diseño del patrón. El diseño de patrón permitido se utilizó para construir patrones que incluían óxido de grafeno en las proporciones mencionadas anteriormente. El número de muestras fabricadas fue de 136. Las muestras superaron la mezcla de hormigón estándar en términos fuerza compresión después de siete días. Los siguientes son los aumentos porcentuales: Estos resultados fueron calibrados con incrementos de 3.1%, 4.4%, 7.7%, 8.8%, 10.2% y 10.4%, respectivamente: 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.10%. Se observó un aumento del 1.6% sobre la norma en el 0.05% de las muestras después de 28 días; un aumento del 3.3% en el 0.06%; un aumento del 8.4% en el 0.07%; un aumento del 15.1% en el 0.08%; un aumento del 22.6% en el 0.09%; y un aumento del 26.0% en el 0.10%. Las resistencias a la compresión promedio después de 28 días fueron 179,4 kg/cm², 182,4 kg/cm², 191,3 kg/cm², 202,9 kg/cm², 216,1 kg/cm² y 222,1 kg/cm² para concentraciones de óxido de grafeno de 0,05 %, 0,06 %, 0,07 % y 0,10 %, respectivamente.



2.2 Bases Teóricas.

2.2.1 Concreto.

Este material compuesto se obtiene mezclando sus componentes principales en proporciones específicas (Neville, 1995). Vamos a expandir cada uno de estos componentes y su rol en la composición del hormigón:

1. **Cemento Portland:** Este es el aglutinante principal del hormigón, conocido por su capacidad para unir los diversos elementos que forman el compuesto. Esta reacción produce una pasta que se endurece y se convierte en un sólido fuerte y duradero (Mindess, Young, & Darwin, 2003). La calidad del cemento y la correcta dosificación son esenciales para garantizar la resistencia y durabilidad del hormigón (Powers, 1959).
2. **Agregados:** Los agregados son materiales inertes que se combinan con el cemento y el agua para formar la mezcla de hormigón. Se dividen en dos categorías:
 - **Agregados finos:** Incluyen arena, que ayuda a llenar los espacios vacíos entre los agregados gruesos y mejora la cohesión de la mezcla (Kurtis & Kevern, 2009).
 - **Agregados gruesos:** Consisten en grava o piedra triturada, que proporcionan la estructura y resistencia principales al hormigón. La proporción y calidad de los aridos influyen significativamente los atributos mecánicos del hormigón (ACI, 2008).
3. **Agua:** la reacción de hidratación no puede ocurrir de manera efectiva, lo que resultaría en un hormigón débil y poco duradero (Bartos, 2000). Sin embargo, un exceso de agua puede debilitar la mezcla, por lo que es vital mantener un equilibrio adecuado (Hoff, 2004).
4. **Aditivos:** Los aditivos pueden modificar la trabajabilidad, la velocidad de fraguado, la resistencia a condiciones ambientales adversas y otras características del hormigón



- (Nawy, 2008). Por ejemplo, los aditivos plastificantes mejoran la fluidez del hormigón, mientras que los aditivos retardadores prolongan el tiempo de fraguado (Gordon, 2008).
5. **Proceso de Producción:** La mezcla de hormigón debe ser precisa para asegurar la calidad del producto final. Esto implica combinar los componentes en las proporciones correctas, mezclar uniformemente y luego verter la mezcla en moldes. La deposición debe realizarse cuidadosamente para evitar la formación de vacíos y asegurar la compactación adecuada (Harris & Sabnis, 1999).
 6. **Curado:** Una vez que el hormigón se ha colocado, debe mantenerse en condiciones adecuadas para que el proceso de hidratación continúe y el material alcance su resistencia óptima. El curado implica mantener una humedad y temperatura adecuadas durante un período determinado, que puede variar según el tipo de cemento y las condiciones ambientales (Mehta & Monteiro, 2014).
 7. **Aplicaciones:** En la creación de edificios, se usa para cimientos, estructuras de soporte y elementos decorativos. En infraestructura, se emplea en la construcción de carreteras, puentes, presas y otras obras de ingeniería civil (Kosmatka & Wilson, 2011). Su aptitud para adaptarse a diferentes formas y resistir condiciones extremas hace que sea el material de elección en muchas aplicaciones de construcción (Bungey, Millard, & Shoyes, 2012).

La correcta utilización del hormigón requiere un entendimiento profundo de sus componentes y del proceso de mezcla y curado, así como un riguroso control de calidad para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras construidas (Neville, 1995).

2.2.1.1 Tipo de Concreto

Hormigón de Alta Resistencia: Para proyectos de construcción que exigen una resistencia estructural excepcional, el hormigón de alta resistencia es el material de elección. Este tipo de hormigón está diseñado para soportar cargas excepcionalmente altas. Este tipo de hormigón se caracteriza por su capacidad para alcanzar resistencias a la compresión significativamente mayores que las del hormigón convencional.



Composición y Producción: El hormigón de alta resistencia se produce alterando meticulosamente las proporciones de sus componentes principales: cemento Portland, material finos y gruesos, agua y, a menudo, aditivos especiales. La selección y dosificación precisa de estos ingredientes es crucial para obtener las propiedades deseadas. En particular, se utilizan cementos de alta calidad y aditivos que mejoran la resistencia y durabilidad del hormigón. Entre los aditivos más comunes se encuentran los superplastificantes, que aumentan la fluidez de la mezcla sin necesidad de añadir más agua, lo cual es vital para mantener una baja relación agua/cemento y, por ende, una mayor resistencia.

Aplicaciones: El hormigón de alta resistencia es comúnmente utilizado en proyectos de infraestructura que requieren soportar cargas intensas, tales como rascacielos, puentes, y estructuras industriales. Este tipo de hormigón permite diseñar elementos estructurales más esbeltos y ligeros, sin comprometer la seguridad y estabilidad de la construcción.

Hormigón de Alta Densidad: La característica principal que distingue al hormigón de alta densidad, a menudo llamado hormigón pesado, del hormigón normal es su densidad mucho mayor. Una mayor densidad y peso son objetivos de diseño intencionales de esta variedad de hormigón, lo que da como resultado cualidades únicas que lo hacen adecuado para ciertos usos.

Composición y Producción: La alta densidad del hormigón pesado se logra mediante el uso de agregados densos, como barita, magnetita, o fragmentos de acero, en lugar de los agregados convencionales como la grava y la arena. Estos agregados especiales aumentan considerablemente el peso específico del hormigón, alcanzando densidades que pueden variar entre 3.500 y 5.000 kg/m³. La producción de este tipo de hormigón también puede incluir aditivos que mejoren su cohesión y trabajabilidad, asegurando una mezcla homogénea y uniforme.

Aplicaciones: El hormigón de alta densidad es especialmente adecuado para situaciones que requieren una absorción eficiente de radiación, como en las instalaciones



nucleares y médicas. También se utiliza en contrapesos, muros de protección radiológica y otros contextos donde se necesita una masa considerable para resistir fuerzas específicas o para proporcionar estabilidad estructural. La densidad adicional del hormigón pesado orienta una mayor habilidad de absorción de radiaciones gamma y neutrónicas, protegiendo tanto a las personas como a los equipos en entornos sensibles.

Hormigón de Peso Normal: El hormigón de peso normal es el tipo de hormigón más comúnmente utilizado en la construcción. Se caracteriza por tener una densidad estándar que varía entre 2.300 y 2.500 kg/m³, lo que lo distingue de las variantes especializadas como el hormigón de alta densidad o el de alta resistencia.

Composición y Producción

El hormigón de peso normal se compone de una mezcla de cemento Portland, agua, y agregados finos y gruesos como la arena y la grava. La proporción de estos componentes se ajusta para obtener una mezcla que es fácil de trabajar y que ofrece una buena resistencia y durabilidad para una amplia gama de aplicaciones. Los aditivos pueden ser utilizados para mejorar ciertas propiedades, como la trabajabilidad y la resistencia a la compresión, pero en menor grado que en el hormigón de alta resistencia.

Aplicaciones

El hormigón de peso normal se emplea en la mayoría de las aplicaciones de construcción Poroso, incluyendo cimientos, paredes, pavimentos y estructuras de edificios residenciales y comerciales. Su versatilidad y facilidad de uso lo hacen adecuado para una gran variedad de proyectos de construcción, desde pequeñas obras hasta grandes desarrollos inmobiliarios e infraestructuras públicas.

2.2.1.2 Comparación de concreto

Hormigón de Alta Resistencia vs. Hormigón de Alta Densidad

- Resistencia a la Compresión: El hormigón de alta resistencia está diseñado específicamente para soportar mayores cargas de compresión en comparación con el hormigón de alta densidad.



- **Densidad:** El hormigón de alta densidad tiene una densidad significativamente mayor que la del hormigón de alta resistencia, lo que lo hace más adecuado para aplicaciones que requieren absorción de radiación o contrapesos pesados.
- **Aplicaciones:** Mientras que el hormigón de alta resistencia se utiliza principalmente en estructuras que deben soportar grandes cargas, el hormigón de alta densidad se emplea en situaciones que exigen una mayor densidad para la absorción de radiación o estabilidad.

Hormigón de Peso Normal vs. Variantes Especializadas

- **Costo:** El hormigón de peso normal es generalmente más económico de producir y utilizar en comparación con las variantes especializadas debido a sus componentes y procesos de producción estándar.
- **Aplicabilidad:** El hormigón de peso normal es versátil y adecuado para una amplia gama de aplicaciones de construcción, mientras que las variantes especializadas se emplean en contextos más específicos con requisitos únicos.
- **Durabilidad y Resistencia:** Aunque el hormigón de peso normal ofrece una buena durabilidad y resistencia para la mayoría de las aplicaciones, el hormigón de alta resistencia y el hormigón de alta densidad proporcionan mejoras significativas en estas áreas para aplicaciones exigentes.

2.2.1.3 Propiedades del concreto

Este presenta una amplia gama de propiedades que lo hacen ideal para diversas aplicaciones en la ingeniería y la arquitectura. Estas propiedades se pueden clasificar en mecánicas, físicas y de durabilidad, cada una de las cuales contribuye a su rendimiento y utilidad en diferentes contextos constructivos.

- **PROPIEDADES MECÁNICAS**

Los atributos mecánicas del concreto se refieren a su comportamiento bajo cargas y fuerzas externas. Las principales propiedades mecánicas incluyen:

- a. Resistencia a la Compresión**



Es un indicador clave de la habilidad del concreto para aguantar fuerzas de compresión, lo cual es crucial para la mayoría de las aplicaciones estructurales. Según Mehta y Monteiro (2014), "la resistencia a la compresión del concreto es una de sus propiedades más relevantes y se evalúa generalmente a los 28 días de curado" (p. 50).

b. Resistencia a la Tracción

Aunque el concreto es fuerte en compresión, su resistencia a la tracción es relativamente baja. La resistencia a la tracción del concreto puede mejorarse mediante el uso de refuerzos, como barras de acero o fibras. Neville (2011) afirma que "la resistencia a la tracción del concreto es aproximadamente una décima parte de su resistencia a la compresión, lo que hace necesario el uso de refuerzos para aplicaciones que impliquen fuerzas de tracción" (p. 230).

c. Módulo de Elasticidad

Este valor es crucial para el diseño estructural, ya que afecta la deformación bajo carga. Kosmatka, Kerkhoff y Panarese (2011) mencionan que "el módulo de elasticidad del concreto depende de la resistencia a la compresión y de los tipos de agregados utilizados en la mezcla" (p. 90). Un módulo de elasticidad alto indica que el concreto es menos deformable bajo cargas aplicadas, lo cual es importante para la estabilidad y la integridad estructural.

d. Ductilidad

La ductilidad es la habilidad del concreto para deformarse significativamente antes de romperse. Esta propiedad es mejorada en el concreto con fibras o de alto desempeño, permitiendo que las estructuras absorban y disipen energía, lo que es especialmente útil en áreas sísmicas. Mehta y Monteiro (2014) destacan que "el uso de fibras en el concreto puede aumentar considerablemente su ductilidad, mejorando la capacidad de la estructura para resistir cargas dinámicas" (p. 270). La ductilidad es una característica esencial para las estructuras en zonas propensas a terremotos, ya que permite que la estructura se deforme sin colapsar de manera catastrófica.

- **PROPIEDADES FÍSICAS**



Las propiedades físicas del concreto afectan su comportamiento en diferentes condiciones ambientales y su interacción con otros materiales. Las propiedades físicas clave incluyen:

a. Densidad

La densidad del concreto es una medida de su masa por unidad de volumen y varía dependiendo de los materiales y la mezcla utilizados. El concreto tradicional tiene una densidad típica entre 2.300 y 2.500 kg/m³. En contraste, el concreto de alta densidad puede alcanzar densidades de hasta 5.000 kg/m³ cuando se utilizan agregados pesados como la barita. De Schutter et al. (2008) explican que "la densidad del concreto influye en su capacidad de absorber radiación y en su comportamiento térmico" (p. 135). La densidad del concreto también afecta su capacidad de aislamiento acústico y térmico.

b. Absorción de Agua

La absorción de agua es una medida de la capacidad del concreto para absorber agua cuando está en contacto con ella. Esta propiedad es importante para evaluar la durabilidad del concreto, especialmente en entornos húmedos. Un bajo nivel de absorción de agua indica una mayor densidad y menor porosidad, lo que mejora la durabilidad.

c. Conductividad Térmica

La conductividad térmica del concreto es la capacidad del material para conducir calor. Esta propiedad es importante para aplicaciones donde el aislamiento térmico es crucial, como en edificios energéticamente eficientes. Neville (2011) menciona que "la conductividad térmica del concreto depende de su densidad y composición, con el concreto ligero generalmente mostrando menor conductividad térmica que el concreto denso" (p. 310). Una baja conductividad térmica es beneficiosa para reducir las pérdidas de calor en climas fríos y minimizar el sobrecalentamiento en climas cálidos.

• PROPIEDADES DE DURABILIDAD

Las propiedades de durabilidad del concreto determinan su capacidad para resistir la degradación y mantener su integridad estructural a lo largo del tiempo. Las principales propiedades de durabilidad incluyen:



a. Resistencia a Intemperie

La durabilidad frente a estos factores es crucial para la longevidad de las estructuras de concreto en exteriores. Mehta y Monteiro (2014) señalan que "el uso de aditivos y una adecuada proporción de mezcla pueden mejorar significativamente la resistencia" (p. 340). La resistencia a intemperie es especialmente importante en climas extremos, donde las fluctuaciones de temperatura pueden causar grietas y otros daños.

b. Resistencia a Abrasión

Esta propiedad es especialmente importante para pavimentos, pisos industriales y otras superficies expuestas a un uso intensivo. Neville (2011) afirma que "la resistencia a la abrasión del concreto puede mejorarse mediante el uso de agregados duros y una superficie bien acabada" (p. 330). La resistencia a la abrasión asegura que las superficies de concreto mantengan su integridad y apariencia a lo largo del tiempo, incluso bajo condiciones de uso severas.

c. Resistencia a Ataques Químicos

La resistencia a los ataques químicos es la capacidad del concreto para resistir la acción de sustancias químicas agresivas, como ácidos, sulfatos y cloruros, que pueden causar deterioro y pérdida de integridad estructural. Kosmatka, Kerkhoff y Panarese (2011) indican que "la elección de materiales resistentes a los químicos y el uso de aditivos pueden ayudar la resistencia del concreto a los ataques químicos" (p. 150). Esta propiedad es crucial para estructuras expuestas a ambientes industriales agresivos o al agua de mar, donde la exposición a sustancias químicas puede comprometer la durabilidad del concreto.

2.2.2 Agregados

Los agregados son materiales granulares que, cuando se combinan con cemento y agua, forman el concreto. Su calidad, tipo y proporción afectan directamente los atributos del concreto, como su resistencia, durabilidad y trabajabilidad.

Categorías de Agregados

1. Agregados Finos:



- **Definición y Tamaño:** Los agregados finos son partículas que pasan a través de un tamiz con malla de 4.75 mm de diámetro. Incluyen principalmente arena, que puede ser natural o manufacturada (ACI, 2008). La arena natural se obtiene de fuentes como ríos y playas, mientras que la arena manufacturada se produce a partir de trituración de roca (Bartos, 2000).
- **Propiedades:** La arena debe estar limpia, libre de arcilla y otros materiales orgánicos que puedan afectar la calidad del concreto (Hoff, 2004). La arena angular ofrece mejor interlock, mientras que la arena redondeada puede mejorar la trabajabilidad pero reducir la resistencia del concreto (Kurtis & Kevern, 2009).

2. Agregados Gruesos:

- **Definición y Tamaño:** Los agregados gruesos tienen tamaños que superan los 4.75 mm. Incluyen grava, piedra triturada y otros materiales similares. Estos agregados proporcionan la estructura básica del concreto y contribuyen a su resistencia (Kosmatka & Wilson, 2011).
- **Propiedades:** Deben estar libres de impurezas y de materiales que puedan reaccionar negativamente con el cemento (Mehta & Monteiro, 2014). Los agregados gruesos, con sus ángulos agudos, fortalecen el hormigón al mejorar la adherencia de la pasta de cemento, mientras que las partículas más redondas a menudo hacen que el material sea más fácil de trabajar. (Mindess, Young, & Darwin, 2003).

2.2.2.1 Propiedades de los Agregados

- **Granulometría:** Un rango adecuado de tamaños de partículas ayuda a llenar los vacíos entre los agregados, mejorando la densidad y reduciendo la cantidad de cemento necesario (Bartos, 2000). La curva granulométrica ideal minimiza los espacios vacíos y optimiza el uso de los materiales.
- **Forma y Textura:** La forma y la textura de los agregados afectan la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del hormigón. La pasta de cemento es más eficaz cuando se aplica a agregados que tienen formas angulares y superficies rugosas, según la investigación de Kurtis y Kevern (2009). El resultado es una mejora en la resistencia a



la compresión y la tracción de los agregados. Si bien los agregados esféricos son menos difíciles de ensamblar, no son tan fuertes (Hoff, 2004).

- **Pureza y Limpieza:** Los agregados deben estar libres de materiales orgánicos, arcilla y limo, ya que estos contaminantes pueden interferir con la reacción del cemento y reducir la durabilidad del concreto (ACI, 2008). La presencia de impurezas puede afectar negativamente la calidad del concreto y su resistencia a largo plazo (Bartos, 2000).
- **Absorción de Agua:** La capacidad de los agregados para absorber agua es un factor crítico en la dosificación de la mezcla. Los agregados con alta capacidad de absorción pueden requerir ajustes en la cantidad de agua añadida para mantener la proporción correcta en la mezcla (Mehta & Monteiro, 2014).

Impacto en el Concreto:

Para obtener un hormigón de alta calidad, es esencial elegir cuidadosamente los áridos. La capacidad del hormigón para soportar la compresión, su durabilidad y su resistencia a las inclemencias del tiempo se ven afectadas por los áridos utilizados en su producción (Kosmatka & Wilson, 2011). Además, influyen en la apariencia y el acabado del concreto, así como en su comportamiento a lo largo del tiempo (Mindess, Young, & Darwin, 2003). La correcta combinación de agregados asegura que el concreto cumpla con los requisitos específicos del proyecto, como la resistencia estructural y la durabilidad (ACI, 2008).

2.2.3 Aditivo incorporador de aire

Estas burbujas de aire ayudan a mejorar las propiedades del concreto o mortero en términos de resistencia al congelamiento y descongelamiento, resistencia al ataque químico, resistencia a la erosión y la abrasión, así como en la trabajabilidad del material fresco.

Los aditivos incorporadores de aire pueden ser de varios tipos, incluyendo:



- Aditivos basados en agentes químicos: Estos aditivos suelen estar compuestos por surfactantes o agentes tensoactivos que crean burbujas de aire estables en la mezcla de concreto.
- Aditivos basados en resinas sintéticas: Estos aditivos pueden ser polímeros que generan burbujas de aire durante el mezclado, lo que mejora la durabilidad y la resistencia del concreto.

Con estos aditivos, el hormigón tiene menos probabilidades de sufrir daños por la expansión inducida por el agua durante los ciclos de congelación y descongelación, lo que es solo uno de los muchos beneficios. También hacen que el hormigón recién mezclado sea más fácil de trabajar, lo que facilita su vertido y reduce las posibilidades de separación y sangrado. Es muy importante seguir las instrucciones del fabricante y las recomendaciones de dosis al utilizar aditivos incorporadores de aire en mortero u hormigón para obtener los resultados deseados.

2.2.3.1 Características del aditivo incorporador de aire

1. Formación de burbujas estables: Los aditivos incorporadores de aire deben tener la capacidad de formar burbujas de aire finas y estables en la masa de concreto o mortero durante su mezcla.
2. Control de la cantidad de aire: Deben permitir controlar el volumen que se introduce en la mezcla para cumplir con los requisitos específicos del proyecto.
3. Compatibilidad con otros aditivos: Es importante que estos aditivos sean compatibles con otros aditivos utilizados en la mezcla de concreto o mortero, como retardantes, acelerantes u otros aditivos especiales.
4. Mejora de la resistencia al congelamiento y descongelamiento: Las burbujas de aire proporcionadas por el aditivo ayudan a reducir el daño causado por la expansión del agua durante los ciclos de congelación y descongelamiento.
5. Mejora de la resistencia química: Contribuyen a aumentar la resistencia del concreto o mortero a la corrosión y problemas químicos agresivos.



6. Mejora de la trabajabilidad: Ayudan a mejorar la plasticidad y la trabajabilidad del concreto fresco, facilitando su colocación y compactación.
7. Segregación y exudación: Contribuyen a evitar la desunión de los componentes del concreto fresco, como la separación del agua y los agregados, mejorando así la uniformidad y consistencia del material.
8. Compatibilidad con diferentes condiciones climáticas: Deben ser efectivos bajo una variedad de condiciones climáticas para asegurar la durabilidad del concreto en diferentes entornos.

Estas características varían dependiendo del tipo específico de aditivo incorporador de aire y su formulación química. Es importante seleccionar el aditivo adecuado en función de los requisitos del proyecto y seguir las recomendaciones del fabricante para obtener los resultados deseados en cuanto a la calidad y durabilidad del concreto o mortero.

2.2.3.2 Propiedades del aditivo incorporador de aire

Los aditivos incorporadores de aire son compuestos químicos diseñados para introducir microburbujas de aire en el concreto o mortero durante su mezcla. Estas microburbujas tienen un tamaño controlado y están distribuidas uniformemente en la masa del material. Las propiedades de estos aditivos varían según su formulación, pero generalmente incluyen:

- Estabilidad de las burbujas de aire: Los aditivos incorporadores de aire deben generar burbujas de aire estables y uniformes en la mezcla de concreto y ayuda la durabilidad y las propiedades del material.
- Dosificación controlada: Permiten un control preciso sobre el volumen de aire que se introduce en la mezcla, lo que es crucial para ejecutar con los parámetros de diseño y las condiciones del proyecto.
- Reducción del riesgo de congelación y descongelación: Las burbujas de aire proporcionadas por estos aditivos reducen la posibilidad de daño por congelación y



descongelación al permitir que el agua congelada se expanda en estas burbujas en lugar de generar tensiones destructivas dentro del material.

- Mejora de la resistencia química: Ayudan a proteger el concreto o mortero contra la penetración de sustancias químicas agresivas, lo que mejora el esfuerzo a la corrosión y aumenta la durabilidad del material.
- Mejora de la trabajabilidad: Facilitan la colocación y la manipulación del concreto fresco al mejorar su fluidez y capacidad de ser moldeado, lo que resulta en una mejor compactación y acabado superficial.
- Segregación y exudación: Contribuyen a prevenir la separación de los componentes del concreto fresco, manteniendo una mezcla homogénea y uniforme.
- Compatibilidad con otros aditivos y materiales: Deben ser compatibles con otros aditivos utilizados en la mezcla de concreto o mortero, así como con los materiales agregados y cementos utilizados.

2.2.4 Grafeno

El grafeno es un material compuesto por una sola capa de átomos de carbono dispuestos en una estructura bidimensional, similar a una hoja de grafito extremadamente delgada y plana. Cada átomo de carbono en el grafeno está unido a otros tres átomos de carbono mediante enlaces covalentes, formando una estructura hexagonal en forma de panel de abeja.

Algunas de las propiedades más destacadas del grafeno son:

- Excelente conductividad eléctrica: El grafeno es un excelente conductor de electricidad debido a la alta movilidad de los electrones en su estructura plana.
- Alta conductividad térmica: También muestra una alta conductividad térmica, lo que lo hace útil en aplicaciones que requieren disipación de calor eficiente.



- Mecánicamente resistente: A pesar de su estructura bidimensional y su delgada, el grafeno es sorprendentemente fuerte y resistente, incluso más que el acero, siendo extremadamente elástico y flexible.
- Transparencia: Es altamente transparente para la luz visible, lo que lo hace prometedor en aplicaciones de pantallas y dispositivos electrónicos.
- Ligereza: Es un material muy ligero debido a su estructura delgada, lo que lo hace atractivo para aplicaciones donde se requiere un peso reducido.
- Propiedades químicas únicas: El grafeno es químicamente estable y puede ser modificado con otros elementos o compuestos para crear nuevas propiedades o funcionalidades.

El grafeno tiene una amplia gama de aplicaciones potenciales en diversas áreas, que van desde la electrónica (como transistores más rápidos y eficientes) hasta la medicina (en biosensores y dispositivos médicos), la industria de la energía (celdas solares y almacenamiento de energía) y materiales compuestos avanzados.

2.2.4.1 Grafeno en concreto

Al mezclar el grafeno o sus derivados con el cemento o el concreto, se pueden lograr mejoras significativas en resistencia, durabilidad y conductividad.

Algunas de las mejoras que el grafeno puede aportar al concreto incluyen:

- Mayor resistencia mecánica: Incorporando pequeñas cantidades de grafeno al hormigón se puede mejorar su resistencia mecánica, obteniendo un material más resistente y duradero.
- Mejora en la conductividad: El grafeno es altamente conductor, por lo que puede mejorar la capacidad del concreto para conducir electricidad. Esta propiedad puede ser útil en aplicaciones donde se necesite detectar grietas o daños estructurales mediante sensores eléctricos.



- Reducción de la permeabilidad: La adición de grafeno puede reducir la permeabilidad del concreto, disminuyendo la cantidad de agua y sustancias dañinas que pueden penetrar en la estructura. Esto contribuye a aumentar la durabilidad del concreto.
- Mayor flexibilidad: La flexibilidad característica del grafeno puede conferir al concreto una mayor capacidad para resistir grietas y deformaciones, lo que mejora su longevidad.

Aunque el potencial del grafeno para mejorar el concreto es prometedor, la implementación a gran escala todavía enfrenta desafíos técnicos y económicos. La producción a gran escala y la integración efectiva del grafeno en materiales de construcción todavía requieren más investigación y desarrollo para ser viables comercialmente.

2.2.5 Concreto permeable

El concreto permeable, también conocido como pavimento permeable o concreto poroso, es un tipo especial de concreto diseñado para permitir el paso del agua a través de su estructura, en lugar de retenerla en la superficie. A diferencia del concreto convencional, que es más impermeable, el concreto permeable está compuesto por una mezcla porosa que permite que el agua fluya a través de él, lo que lo convierte en una opción popular para superficies donde se requiere una gestión eficiente del agua de lluvia. Algunas de las características y ventajas del concreto permeable incluyen:

- Drenaje eficiente del agua: Su estructura porosa permite que el agua de lluvia pase a través de él y se infiltre en el suelo subyacente en lugar de acumularse en la superficie.
- Reducción del escurrimiento superficial: Al permitir que el agua se filtre, ayuda a reducir la escorrentía superficial, minimizando el riesgo de inundaciones y ayudando a recargar los acuíferos subterráneos.



- Control de la contaminación: Al filtrar el agua de lluvia a través de su estructura, el concreto permeable puede capturar y filtrar contaminantes, como sedimentos y aceites, antes de que lleguen a cuerpos de agua cercanos.
- Reducción del efecto isla de calor: La superficie porosa del concreto permeable puede ayudar a reducir el efecto isla de calor urbano al permitir que el agua se infiltre y evapore, lo que ayuda a moderar las temperaturas locales.
- Mayor seguridad vial: Su capacidad para drenar el agua de la superficie puede ayudar a reducir el riesgo de aquaplaning o deslizamiento en carreteras y áreas de tráfico.
- Versatilidad: Puede ser utilizado en una variedad de aplicaciones, como aceras, estacionamientos, senderos peatonales, áreas recreativas, entre otros.

Sin embargo, es importante considerar que el concreto permeable puede requerir un mantenimiento regular, ya que sus poros pueden obstruirse con el tiempo debido a la acumulación de sedimentos u otros materiales. Además, su resistencia estructural puede ser diferente a la del concreto convencional, por lo que su uso debe estar adecuadamente diseñado y adaptado a las condiciones específicas del lugar y las necesidades del proyecto.

2.2.5.1 Propiedades del concreto permeable

El concreto permeable tiene propiedades únicas que lo diferencian del concreto convencional. Estas propiedades están diseñadas para permitir que el agua fluya a través de su estructura porosa en lugar de retenerla en la superficie. Algunas de las propiedades clave del concreto permeable son:

- Porosidad controlada: Está compuesto por una mezcla que contiene espacios porosos interconectados diseñados para permitir el paso del agua.
- Baja cantidad de finos: Utilice una menor cantidad de finos en su composición, lo que contribuye a su porosidad al dejar más espacios abiertos para el flujo del agua.
- Mayor tamaño de agregados: Se utiliza agregado grueso y en mayor proporción, lo que facilita la creación de una estructura porosa en la mezcla.



- Espacios interconectados: Los poros en el concreto permeable están diseñados para estar interconectados, permitiendo que el agua fluya a través de ellos.
- Capacidad de infiltración: Permite que el agua de lluvia se infiltre en el suelo subyacente en lugar de generar escorrentía superficial, reduciendo así el riesgo de inundaciones y recargando los acuíferos.
- Resistencia estructural adecuada: A pesar de su porosidad, el concreto suficiente permeable se diseña para tener la resistencia para soportar cargas de tráfico y otras fuerzas aplicadas.
- Control de la erosión: Ayuda a controlar la erosión al reducir la velocidad del agua y permitir que se filtre en el suelo en lugar de causar erosión en la superficie.
- Gestión de aguas pluviales: Contribuye a la gestión sostenible del agua al reducir la escorrentía y filtrar contaminantes del agua de lluvia, mejorando así la calidad del agua.
- Reducción del efecto isla de calor: Puede contribuir a la reducción del efecto isla de calor al permitir que el agua se infiltre y evapore, lo que ayuda a moderar las temperaturas locales.

Estas propiedades hacen que el concreto permeable sea una opción atractiva para áreas donde se necesita un drenaje eficiente y una gestión sostenible del agua, como estacionamientos, aceras, plazas y áreas urbanas. Sin embargo, su diseño y aplicación deben ser específicos para cada proyecto, considerando factores como el tráfico, el clima y los requisitos de drenaje y resistencia estructural.

2.2.5.2 Propiedades físicas

El concreto permeable tiene propiedades físicas únicas que lo distinguen del concreto convencional. Estas propiedades físicas están directamente relacionadas con su estructura porosa y su capacidad para permitir el paso del agua. Algunas de las propiedades físicas clave del concreto permeable son:



- **Porosidad:** Es una de las características más importantes. El concreto permeable está compuesto por una mezcla porosa que contiene una cantidad significativa de espacios abiertos (poros) interconectados entre sí.
- **Tamaño de poro:** La distribución y tamaño de los poros pueden variar, pero generalmente están diseñados para permitir que el agua fluya a través de la estructura del concreto.
- **Permeabilidad:** Es la capacidad del concreto para dejar pasar el agua a través de sus poros.
- **Poros interconectados:** La estructura porosa del concreto permeable está diseñada para tener poros interconectados, lo que permite que el agua se mueva a través de ellos en lugar de quedarse en la superficie.
- **Absorción de agua:** A pesar de ser permeable, el concreto puede absorber una cantidad limitada de agua en función de su porosidad y la capacidad de los poros para retener líquido.
- **Resistencia estructural:** Aunque es poroso, el concreto permeable está diseñado para tener la resistencia estructural suficiente para soportar cargas de tráfico y otras fuerzas aplicadas.
- **Drenaje:** Su capacidad para permitir el paso del agua y su rápida infiltración en el suelo subyacente lo convierte en una opción eficaz para el drenaje en áreas pavimentadas.
- **Capacidad de filtración:** El concreto permeable tiene la capacidad de filtrar y retener ciertos contaminantes presentes en el agua de lluvia, ayudando así a mejorar la calidad del agua.

Estas propiedades físicas hacen del concreto permeable una opción valiosa para proyectos donde se requiere un manejo eficiente del agua de lluvia y una reducción de la escorrentía superficial. Sin embargo, es importante considerar que las propiedades físicas pueden variar según la composición específica del concreto permeable y su diseño para adaptarse a las necesidades del proyecto y las condiciones del entorno.



2.2.5.3 Propiedades mecánicas

El concreto permeable posee propiedades mecánicas específicas que son relevantes para su uso en diferentes aplicaciones. Estas propiedades están relacionadas con su capacidad estructural, resistencia y comportamiento frente a cargas y tensiones. A continuación, se mencionan algunas de las propiedades mecánicas del concreto permeable:

- **Resistencia a la compresión:** Es una medida de la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión. Aunque el concreto permeable puede tener una resistencia a la compresión menor que el concreto convencional, suele estar diseñado para mantener niveles aceptables de resistencia que permitan su uso en pavimentos y áreas con tráfico moderado.
- **Resistencia a la tracción:** Aunque el concreto es débil en tracción, la resistencia a la tracción del concreto permeable puede ser relevante para su comportamiento estructural, especialmente en áreas donde se esperan tensiones o cargas que podrían generar esfuerzos de tracción.
- **Módulo de elasticidad:** Esta propiedad se refiere a la relación entre el esfuerzo aplicado y la deformación resultante. El módulo de elasticidad del concreto permeable puede variar según su composición y porosidad, lo que influye en su comportamiento bajo cargas.
- **Durabilidad:** La durabilidad es una propiedad crítica en cualquier tipo de concreto. El concreto permeable debe mantener su integridad estructural y propiedades a lo largo del tiempo, resistiendo la erosión, el desgaste y las condiciones ambientales adversas.
- **Resistencia al desgaste:** La resistencia al desgaste es importante en áreas con tráfico vehicular o peatonal. El concreto permeable debe tener una resistencia adecuada al desgaste para mantener su superficie en condiciones aceptables durante su vida útil.
- **Estabilidad dimensional:** El concreto permeable debe mantener su forma y estabilidad dimensional bajo cargas y condiciones ambientales variables.

Es esencial tener en cuenta que las propiedades mecánicas del concreto permeable pueden variar dependiendo de factores como la mezcla de materiales, el diseño específico, el método de instalación y las condiciones ambientales. Por lo tanto, se requiere un diseño y una especificación precisa para garantizar que el concreto permeable cumpla con los requisitos estructurales y de rendimiento del proyecto específico.

2.2.6 Método de diseño de mezcla ACI – 211

El **Método de diseño de mezcla ACI 522R** para concreto poroso sigue un procedimiento sistemático que asegura la creación de un material que permita el paso del agua a través de su estructura. Este tipo de concreto se utiliza principalmente en aplicaciones donde se requiere permeabilidad, como en pavimentos que ayudan a la gestión del agua de lluvia. A continuación, se describe el procedimiento general:

1. Selección de Materiales

- **Agregados gruesos:** Se seleccionan agregados de tamaño uniforme y bien gradados. El tamaño típico es de 9.5 mm a 19 mm.
- **Cemento:** Se usa cemento Portland común, aunque pueden usarse otros tipos según las necesidades específicas del proyecto.
- **Agua:** Debe ser potable y libre de impurezas que puedan afectar la reacción de hidratación del cemento.
- **Aditivos:** Pueden incluirse aditivos como superplastificantes para mejorar la trabajabilidad, o aditivos para control de fraguado.

2. Determinación de la Relación Agua/Cemento (A/C)

- La relación agua/cemento en el concreto poroso es generalmente baja, entre 0.27 y 0.34, para asegurar una adecuada cohesión entre los agregados y evitar la segregación.

3. Dosificación de los Materiales

- **Cemento:** Se determina la cantidad de cemento necesaria para asegurar un recubrimiento adecuado de los agregados.



- **Agregados gruesos:** La cantidad de agregado es generalmente alta, ocupando alrededor del 85-90% del volumen total de la mezcla.
- **Agua:** Se ajusta en función de la trabajabilidad deseada y la relación A/C.

4. Mezclado

- El mezclado se realiza de manera cuidadosa para asegurar una distribución uniforme de los materiales sin causar la segregación de los agregados.
- Se recomienda el uso de mezcladoras de eje horizontal para obtener una mezcla homogénea.

5. Pruebas de la Mezcla

- **Trabajabilidad:** Se prueba la trabajabilidad mediante métodos adecuados, aunque el slump (asentamiento) no es aplicable al concreto poroso. La prueba se basa en la facilidad de colocación y consolidación.
- **Permeabilidad:** Se evalúa la capacidad de la mezcla para permitir el paso del agua. Una prueba común es el ensayo de permeabilidad o pruebas de velocidad de infiltración.
- **Resistencia:** Se realizan ensayos de resistencia a la compresión para asegurar que la mezcla cumpla con los requisitos estructurales.

6. Colocación y Compactación

- El concreto poroso debe colocarse y compactarse cuidadosamente para evitar la segregación y mantener la porosidad. Se utilizan técnicas de compactación ligeras como rodillos o vibradores de baja frecuencia.

7. Curado

- El curado es crítico para evitar la evaporación rápida del agua y asegurar la hidratación adecuada del cemento. Generalmente, se cubre con lonas plásticas o se aplica un curador químico.

8. Verificación de Resultados



- Después del curado, se realizan ensayos adicionales para verificar la permeabilidad y resistencia del concreto. Se ajustan los parámetros de diseño si es necesario para optimizar la mezcla.

Este procedimiento asegura que el concreto poroso diseñado cumpla con las especificaciones requeridas en términos de resistencia, permeabilidad y durabilidad, de acuerdo con el estándar ACI 522R.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 *Aditivo incorporador de aire.*

Un aditivo incorporador de aire añade microburbujas de aire al concreto fresco, mejorando su resistencia al congelamiento y deshielo al permitir que el agua congelada se expanda sin dañar la estructura.

2.3.2 *Agregados.*

Los agregados en el concreto, como la arena y la grava, se combinan con cemento y agua para formar una masa sólida y resistente. Estos componentes influyen significativamente en la durabilidad y resistencia del concreto, determinando en gran medida sus propiedades mecánicas y su capacidad para soportar condiciones ambientales adversas (Kosmatka & Wilson, 2011).

2.3.3 *Concreto permeable*

El concreto permeable, también llamado pavimento poroso, es un tipo específico de concreto que cuenta con poros o espacios abiertos que facilitan el paso del agua. A diferencia del concreto tradicional, que es impermeable y no deja que el agua atraviese su superficie, el concreto permeable está diseñado para permitir que el agua fluya a través de su estructura.



2.3.4 Grafeno

El grafeno es un material formado por átomos de carbono dispuestos en una estructura plana de una sola capa, con los átomos unidos entre sí formando una red hexagonal bidimensional. Esencialmente, es una lámina de carbono puro, con una estructura similar a un panel de abejas.

2.3.5 Resistencia.

Aunque se evalúa la resistencia mecánica del concreto a los 28 días de curado, cada vez es más común hacerlo a los 7 días para obtener resultados más rápidos, aunque estas mediciones adicionales son solo informativas.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación

La investigación es desarrollar Concreto permeable, se ha utilizado una metodología de investigación experimental. En nuestra región no existen diseños preestablecidos para este tipo de hormigón, por lo que el proyecto se centra en experimentar con mezclas utilizando agregados locales. Esto implica ajustar las proporciones de los componentes para encontrar una dosificación adecuada, logrando así un concreto permeable ($f'c$) de 175 kg/cm².

3.2 Método de la Investigación

(DIAZ, 2009) Según sus explicaciones, definió el método científico como un enfoque sistemático para adquirir conocimientos, basado en normas y procedimientos específicos que permiten avanzar desde lo conocido hacia lo desconocido (p. 33). Este enfoque es esencial porque facilita la obtención de nuevos conocimientos y acciones que pueden dar lugar a los fenómenos que se están investigando.



3.3 Nivel y tipo de la Investigación.

3.3.1 Nivel de la Investigación

Esta investigación se clasifica como un estudio explicativo ya que su objetivo principal no es solo describir conceptos o fenómenos, sino también descubrir las razones causales detrás de los eventos que se investigan. Hernández et al. (2019, p. 101). Esta estrategia ofrece soluciones confiables al tema en investigación y da como resultado el desarrollo de soluciones eficientes. El objetivo del estudio es investigar el impacto del aditivo incorporador de aire y el grafeno en atributos del concreto permeable.

3.3.2 Tipo de la Investigación

Según Nicomedes (2018), La investigación aplicada se centra en realizar estudios que sean prácticos y viables, con un énfasis particular en la investigación básica o pura. En este contexto, el estudio se clasifica como descriptivo, ya que su propósito es examinar los atributos físicas y mecánicas del concreto permeable tras la inclusión de grafeno y un aditivo incorporador de aire.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Según Hernández y Coello (2008), un conjunto de objetos se define como un grupo de elementos que tienen una o más atributos específicos determinadas por el investigador. Estas características pueden abarcar desde una realidad completa hasta un grupo más reducido de casos. En este estudio, la población incluirá todos los tubos de ensayo cilíndricos fabricados en la Provincia de San Román.

3.4.2 Muestra

Es importante definir claramente tanto la muestra como la unidad de análisis. Hernández y Coello (2008) destacan que, para extrapolar los datos de manera efectiva y



establecer los parámetros adecuados, se debe definir bien la población (p. 171). En este estudio, la muestra está formada por concreto permeable de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, con diferentes cantidades de grafeno y aditivo incorporador de aire. Se evaluarán un total de 75 piezas cilíndricas para realizar las pruebas de resistencia a la compresión.

3.5 Técnicas e instrumentos de investigación

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Los procedimientos de investigación científica se refieren a los métodos específicos empleados para realizar investigaciones sistemáticamente, poniendo en práctica de manera efectiva las metodologías de investigación (Hernández & Duana, 2020, p. 51). Estas estrategias son cruciales para recopilar, analizar e interpretar datos, lo que permite el avance del conocimiento en muchos campos. La observación es un instrumento esencial para adquirir datos completos y precisos sobre los eventos bajo investigación. Permite la identificación de patrones, comportamientos y rasgos particulares que son pertinentes a los objetivos del estudio. Las observaciones se pueden clasificar en dos categorías: organizadas y no estructuradas. La observación estructurada implica la utilización de pautas y categorías predeterminadas para documentar la información, lo que permite la comparación y el análisis metódicos de los datos. En la observación no estructurada, el investigador tiene mayor libertad para registrar información, proporcionando una visión más rica y detallada de los fenómenos. Para esta investigación, se ha decidido utilizar una observación estructurada. Esta elección permitirá un registro preciso y comparable de las características y comportamientos de las probetas, asegurando que los datos obtenidos sean consistentes y confiables para un análisis riguroso que responda a las preguntas planteadas en el estudio.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de investigación son herramientas creadas para medir variables de manera empírica dentro de un estudio. Para que estos instrumentos recojan datos



confiables, es esencial que pasen por un proceso de validación que garantice su precisión y consistencia (Hernández & Duana, 2020, pág. 52). La validación asegura que el instrumento mide efectivamente lo que se pretende, minimizando errores y aumentando la fiabilidad de los resultados. En este estudio se empleará una guía de observación como el instrumento principal. Esta guía es un instrumento metódico que facilita la documentación organizada del comportamiento y de los atributos de la unidad de investigación, es decir, los tubos de ensayo. La utilización de la guía de observación permite obtener una descripción minuciosa y precisa de los acontecimientos observados, facilitando así el análisis y la interpretación de los datos recopilados.

La guía de observación está diseñada para captar una amplia gama de datos relevantes, desde aspectos cualitativos hasta cuantitativos. Esto incluye la documentación de patrones de comportamiento, características físicas y cualquier otro dato observable que sea pertinente para los objetivos del estudio. Al estructurar la observación con una guía, se garantiza que todos los observadores sigan el mismo protocolo, lo que aumenta la consistencia y comparabilidad de los datos recopilados. Además, la guía de observación ofrece flexibilidad en el campo, permitiendo a los investigadores adaptarla según las necesidades específicas del estudio. Esto es especialmente útil en investigaciones donde las condiciones pueden cambiar o donde se pueden identificar nuevas variables de interés durante el proceso de observación. En resumen, la elección de la guía de observación como instrumento de medición en esta investigación se basa en su capacidad para proporcionar datos detallados y confiables sobre el comportamiento y las características de las probetas. La validación de este instrumento asegura que los datos recopilados sean precisos y útiles para responder a las preguntas de investigación planteadas.

3.6 Plan de recolección

3.6.1 Desarrollo de plan

ETAPA I: RECOPIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

La recopilación de conocimiento pertinente relacionado con el tema de estudio. Esto implica examinar minuciosamente las tesis de investigación, los artículos de revistas, los libros y los estándares que son importantes para llevar a cabo el estudio.

ETAPA II: PROCEDENCIA DE ELEMENTOS A EMPLEAR.

En este paso se inicia el proceso de recolección de muestras de los ingredientes para la elaboración del hormigón. Este estudio requiere el uso de agregados gruesos y finos, cemento, aditivo incorporador de aire y grafeno para experimentos de laboratorio.

CANTERA DE UNOCOLLA

La Comunidad de Unocolla se encuentra a unos 17 kilómetros de Juliaca, en el Distrito de Juliaca, región de Puno. Es una comunidad rural que se dedica a la agricultura y la ganadería, con acceso a los servicios y mercados de Juliaca.

Figura 1

Aditivo incorporador de aire



Un aditivo incorporador de aire es un compuesto que se añade al concreto para generar pequeñas burbujas de aire distribuidas uniformemente en la mezcla. Estas burbujas mejoran la resistencia del concreto a ciclos de congelación y deshielo, y aumentan su durabilidad al reducir el riesgo de agrietamiento.

Figura 2

Grafeno



El grafeno es un material ultrafino de carbono, conocido por su alta resistencia, conductividad y flexibilidad, ideal para aplicaciones tecnológicas avanzadas.

CEMENTO RUMI IP

El tipo de cemento empleado es el CEMENTO RUMI IP, que presenta las siguientes características.

Figura 3

Ficha de atributos del cemento

| REQUISITOS | CEMENTO RUMI TIPO IP | | REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595 | | REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I) | |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------|---|------------|--|------------|
| REQUISITOS QUÍMICOS | | | | | | |
| MgO (%) | | | 6.00 Máx. | | | |
| SO ₃ (%) | 1.5 a 3.0 | | 4.00 Máx. | | | |
| Pérdida por ignición (%) | 1.5 a 4.0 | | 5.00 Máx. | | | |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | | | | |
| Peso específico (gr/cm ³) | 2.75 a 2.85 | | | | | |
| Expansión en autoclave (%) | 0.07 a 0.03 | | -0.20 a 0.80 | | | |
| Fraguado Vicat inicial (minutos) | 170 a 270 | | 45 a 420 | | | |
| Contenido de aire | 2.5 a 8.0 | | 12 Máx | | | |
| Resistencia a la compresión | | | | | | |
| | Kgf/cm² | MPa | Kgf/cm² | MPa | Kgf/cm² | MPa |
| 3 días | 175 a 200 | 17.1 a 19.6 | 133 Min | 13 | 122 Min | 12Min |
| 7 días | 225 a 255 | 22 a 25 | 204 Min | 20 | 194 Min | 19 Min |
| 28 días | 306 a 340 | 30 a 33.3 | 255 Min | 25 | - | - |
| Resistencia a los sulfatos | | | | | | |
| | % | | % | | | |
| % Expansión a los 6 meses | < 0.04 | | 0.05 Máx | | | |
| % Expansión a 1 año | < 0.05 | | 0.10 Máx | | | |



ETAPA III: ATRIBUTOS DE AGREGADOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

1. Preparación de la muestra:

- Recoger una muestra representativa del material.
- Pesar una cantidad específica de la muestra húmeda (W_w).

2. Secado de la muestra:

- Colocar la muestra en un horno a 110 ± 5 °C hasta obtener un peso constante.
- Este proceso generalmente toma entre 24 a 48 horas.

3. Pesado de la muestra seca:

- Retirar la muestra del horno y dejar enfriar en un desecador.
- Pesar la muestra seca (W_d).

4. Cálculo del contenido de humedad:

$$\frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100$$

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

1. Preparación de la muestra:

- Obtener una muestra representativa y secarla en un horno a 110 ± 5 °C.

2. Pesado inicial:

- Pesar la muestra seca (P).

3. Tamizado:

- Agitar los tamices de manera mecánica o manual por un tiempo determinado (normalmente 10-15 minutos).

4. Pesado de fracciones:

- Pesar el volumen de material retenido en mallas.

5. Cálculo y representación de datos:

- Calcular el porcentaje de material retenido en mallas.
- Representar los datos en una gráfica de distribución granulométrica.



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO

1. Preparación de la muestra:

- Obtener una muestra y secarla en un horno.

2. Saturación de la muestra:

- Sumergir la muestra en agua durante 24 horas para saturarla.

3. Pesado en el aire:

- Pesarse la muestra saturada (A).

4. Pesado en agua:

- Pesarse la muestra bajo el agua (B).

5. Secado y pesaje:

- Secar la muestra hasta peso constante y pesarse nuevamente (C).

6. Cálculo del peso específico y absorción:

- Utilizar las siguientes fórmulas:

- $\text{Peso específico (bulk)} = \frac{C}{A-B}$

- $\text{Absorción (\%)} = \frac{A-C}{C} \times 100$

PESO UNITARIO

1. Preparación del equipo:

- Tener un recipiente de volumen conocido y una balanza.

2. Llenado del recipiente:

- Llenar el recipiente con el agregado en tres capas, compactando cada capa con 25 golpes de una varilla de compactación.

3. Nivelación y pesaje:

- Nivelar la superficie del agregado en el recipiente.
- Pesarse el recipiente con el agregado (W_f).

4. Pesado del recipiente vacío:

- Pesarse el recipiente vacío (W_e).



5. Cálculo del porcentaje de vacíos:

- Utilizar la fórmula:

$$\left(1 - \frac{\text{Peso unitario}}{\text{Peso específico} \times 62.4}\right) \times 100$$

ETAPA IV: DISEÑO DE MEZCLAS

Diseño ACI 522R-10

El ACI 522R-10 es una publicación del American Concrete Institute (ACI) que proporciona directrices y recomendaciones para el proceso de diseño de concreto permeable. Este documento se enfoca en aspectos específicos relacionados con el diseño, la construcción y el mantenimiento de pavimentos permeables y estructuras similares.

El proceso de diseño según el ACI 522R-10 generalmente sigue los siguientes pasos:

1. **Recolección de datos y evaluación del sitio:** Se recopilan datos sobre el sitio donde se va a instalar el concreto permeable, como las condiciones climáticas, la geología, la topografía y el tráfico previsto. Se evalúan estos datos para determinar la idoneidad del concreto permeable y realizar consideraciones iniciales de diseño.
2. **Selección de materiales:** Se elige cuidadosamente los materiales para el concreto permeable, incluyendo los agregados, el cemento, los aditivos y los materiales de drenaje.
3. **Diseño hidráulico:** Se lleva a cabo el diseño para garantizar que el sistema de concreto permeable tenga la capacidad de manejar adecuadamente el drenaje de agua, evitando problemas de acumulación y asegurando la infiltración adecuada.
4. **Diseño estructural:** Se considera la resistencia estructural del concreto permeable para soportar las cargas de tráfico previstas y cualquier otra carga adicional. Esto incluye el espesor adecuado del pavimento y la distribución de refuerzos si es necesario.
5. **Detalles de construcción:** Se definen los procedimientos de construcción específicos, incluyendo métodos de colocación, compactación, curado y sellado, para asegurar la durabilidad y el rendimiento del concreto permeable.



6. **Consideraciones de mantenimiento:** Se proporcionen pautas para el mantenimiento regular del pavimento permeable para garantizar su funcionalidad a lo largo del tiempo. Esto puede incluir inspecciones, limpieza y reparaciones según sea necesario.

El ACI 522R-10 es una guía amplia que ofrece detalles sobre cada uno de estos pasos, proporcionando recomendaciones y prácticas sugeridas para diseñar y construir concreto permeable de manera efectiva y duradera.

ETAPA V: COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

Se puede realizar utilizando varios métodos, entre ellos, el método del tubo constante y el método del tubo variable.

Método del Tubo Constante

1. Preparación de la muestra:

- Elabore cilindros de concreto permeable con las dimensiones estándar (por ejemplo, 100 mm de diámetro y 200 mm de altura).
- Cure las muestras adecuadamente durante un período específico (generalmente 28 días).

2. Acondicionamiento de la muestra:

- Sature la muestra completamente sumergiéndola en agua durante 24 horas antes del ensayo.

3. Montaje del equipo:

- Coloque la muestra en el dispositivo de permeabilidad de tubo constante.
- Selle los bordes de la muestra con un material impermeable para evitar fugas laterales.

4. Ensayo:

- Llena el tubo con agua y mantén un nivel constante de agua sobre la muestra durante todo el ensayo.
- Mide el volumen de agua que pasa a través de la muestra en un tiempo determinado.

5. Cálculo del coeficiente de permeabilidad (k):



$$K = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * Ln \left(\frac{h1}{h2} \right)$$

ETAPA V: RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Las probetas se curan por 28 días en condiciones controladas. Durante el ensayo, se aplica una carga creciente hasta la ruptura en una máquina de compresión calibrada. La resistencia se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada por el área de la sección transversal de la probeta. Los resultados se comparan con las especificaciones de diseño para evaluar la calidad del concreto.

3.7 Procesamiento de datos

Para procesar y analizar los datos, se utilizarán herramientas como tablas para organizar información, gráficos para representar visualmente los datos y cálculos estadísticos para el análisis cuantitativo. Los resultados se obtendrán mediante experimentación con procedimientos estandarizados, asegurando una recolección metódica y confiable de datos. Este enfoque garantizará un análisis exhaustivo y preciso.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos.

Los resultados de los exámenes realizados al agregado grueso y fino recuperado de la cantera Unocolla en Juliaca se presentan en la siguiente tabla.

Tamizado de Agregados

Tabla 2

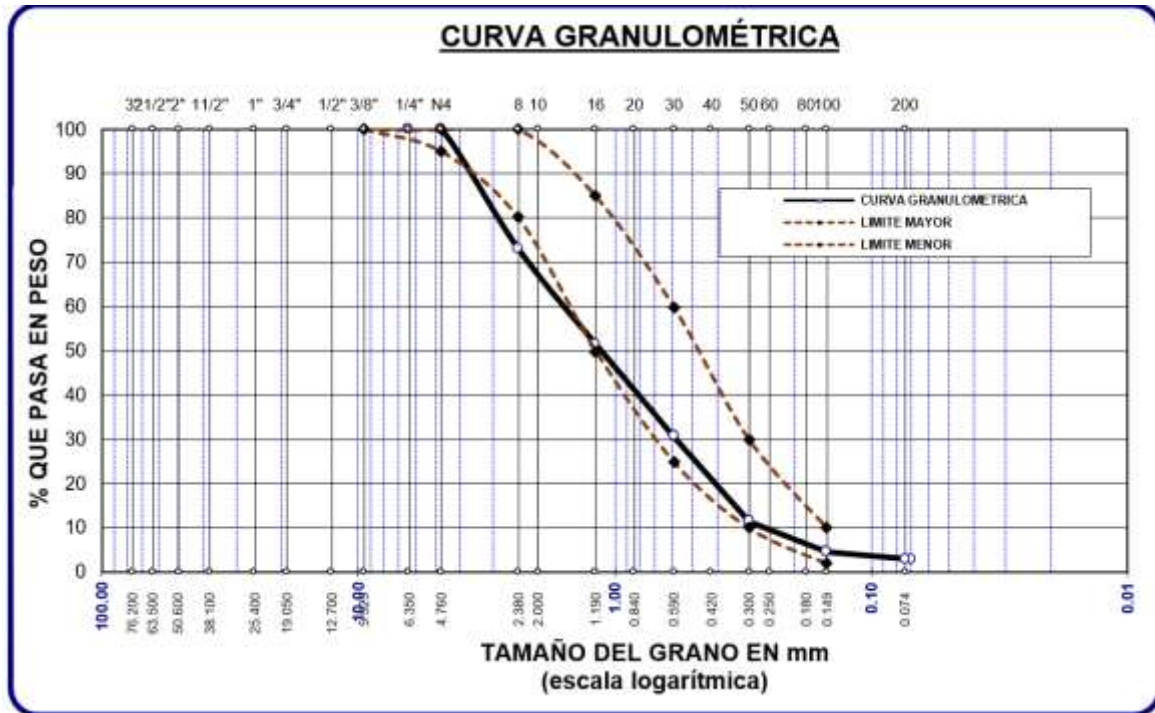
Tamizado del agregado grueso

| MALLA | P. RETENIDO. | %RET. | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. |
|--------|--------------|--------|---------------------|------------|------------|
| 2 1/2" | | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 2" | | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1" | | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 3/4" | | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1/2" | | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100% |
| 3/8" | 1246.00 | 35.60 | 35.60 | 64.40 | 85 - 100 % |
| 1/4" | | | | | |
| No4 | 2254.00 | 64.40 | 100.00 | 0.00 | 10 - 30 % |
| BASE | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | |
| TOTAL | 3500.00 | 100.00 | | | |
| | 0.00 | | | | |

Nota. Laboratorio

Figura 5

Curva del material fino



HUMEDAD:

AGREG. FINO

Tabla 4

Humedad del material fino

| MATERIAL FINO | |
|------------------------------------|---------------|
| MASA TOTAL DE LA M. HÚMEDA Y TARRO | 510.12 |
| MASA TOTAL DE LA M. SECA Y TARRO | 482.35 |
| MASA DEL TARRO | 43.52 |
| MASA DE LA M. HÚMEDA | 466.60 |
| MASA DE LA M. SECA | 438.83 |
| CANTIDAD DE AGUA | 27.77 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | 6.33 |

La tabla 4 muestra el % de humedad del agregado fino, con una masa húmeda de 466.60 gramos y una masa seca de 438.83 gramos, resultando en una cantidad de agua de 27.77 gramos y un porcentaje de humedad del 6.33%.



AGREG. GRUESO

Tabla 5

Humedad del material grueso

| MATERIAL GRUESO | |
|-------------------------------------|---------------|
| MASA TOTAL DE LA M. HÚMEDA Y TARRO | 638.32 |
| MASA TOTAL DE LA M. SECA Y EL TARRO | 614.21 |
| MASA DEL TARRO | 43.64 |
| MASA DE LA M. HÚMEDA | 594.68 |
| MASA DE LA M. SECA | 570.57 |
| CANTIDAD DE AGUA | 24.11 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | 4.23 |

La tabla 5 muestra el contenido de humedad del agregado grueso, con una masa húmeda de 594.68 gramos y una masa seca de 570.57 gramos, resultando en una cantidad de agua de 24.11 gramos y un porcentaje de humedad del 4.23%.

PESO ESPECÍFICO DE AGREGADOS

(AGREG. FINO)

❖ **P. específico:**

$$Wc + B = 1816$$

$$Wc + B - W = 201$$

$$Pe = \frac{B}{Wc + B - W} = 2.49 \text{ gr/cm}^3$$

$$Pe = 2.49 \text{ gr/cm}^3$$

❖ **Absorción:**

$$B - A = 16.38$$

$$Abs = \frac{(B - A) + 100}{A} = 3.39 \%$$

$$Abs = 3.39\%$$

(AGREG. GRUESO)

❖ **Peso especí.:**

$$Wc + B = 2116$$



$$Wc + B - W = 340$$

$$Pe = \frac{B}{Wc + B - W} = 2.36 \text{ g/cm}^3$$

$$Pe = 2.36 \text{ g/cm}^3$$

❖ **Absorción:**

$$B - A = 24.37$$

$$Abs = \frac{(B - A) \cdot 100}{A} = 3.14 \%$$

$$Abs = 3.14\%$$

Pesos unitarios sueltos

Tabla 6

Peso suelto del AF.

| PESO UNITARIO (SUELTO) | | | |
|------------------------|---------|--------------------------|---------|
| Peso Molde | | 1597 gr | |
| Volumen Molde | | 2077 cm ³ | |
| Muestra al Molde | | Descenso libre | |
| Molde + Muestra Suelta | 5986 gr | 5975 gr | 5963 gr |
| Muestra Suelta | 4389 gr | 4378 gr | 4366 gr |
| Densidad Muestra Seca | 2.113 | 2.107 | 2.102 |
| Promedio | | 2.107 gr/cm ³ | |

La tabla ilustra los pesos unitario suelto del material fino, mostrando ligeras variaciones y una densidad mínima promedio de 2.107 gr/cm³, indicando buena homogeneidad en las mediciones.

Tabla 7

Peso suelto del AG.

| PESO UNITARIO (SUELTO) | | | |
|------------------------|---------|--------------------------|---------|
| Peso Molde | | 1860 gr | |
| Volumen Molde | | 3200 cm ³ | |
| Muestra al Molde | | Descenso libre | |
| Molde + Muestra Suelta | 7175 gr | 7163 gr | 7158 gr |
| Muestra Suelta | 5315 gr | 5303 gr | 5298 gr |
| Densidad Muestra Seca | 1.661 | 1.657 | 1.655 |
| Promedio | | 1.658 gr/cm ³ | |

La tabla ilustra los resultados de tres ensayos sobre el peso unitario suelto del material grueso, con una media de densidad mínima de 1.658 gr/cm³, indicando buena homogeneidad.



Pesos unitarios compactados

Tabla 8

Peso Compactado AF.

| PESO UNITARIO (COMPACTADO) | | | |
|----------------------------|---------|--------------------------|---------|
| Peso Molde | | 1597 gr | |
| Volumen Molde | | 2077 cm ³ | |
| Nº Capas | | 3 | |
| Nº Golpes | | 25 | |
| Molde + Muestra Compactada | 6342 gr | 6331 gr | 6327 gr |
| Muestra Compactada | 4745 gr | 4734 gr | 4730 gr |
| Densidad Muestra Seca | 2.284 | 2.279 | 2.277 |
| Promedio | | 2.280 gr/cm ³ | |

La tabla muestra los pesos unitarios del material fino compactado, con un promedio de densidad máxima de 2.280 gr/cm³, utilizando un molde de 2077 cm³ y compactando en tres capas con 25 golpes por capa.

Tabla 9

Peso Compactado AG.

| PESO UNITARIO (COMPACTADO) | | | |
|----------------------------|---------|--------------------------|---------|
| Peso Molde | | 1860 gr | |
| Volumen Molde | | 3200 cm ³ | |
| Nº Capas | | 3 | |
| Nº Golpes | | 25 | |
| Molde + Muestra Compactada | 7692 gr | 7684 gr | 7649 gr |
| Muestra Compactada | 5832 gr | 5824 gr | 5789 gr |
| Densidad Muestra Seca | 1.822 | 1.820 | 1.809 |
| Promedio | | 1.817 gr/cm ³ | |

La tabla muestra los pesos unitarios del material grueso compactado, con un promedio de densidad máxima de 1.817 gr/cm³. Utilizando un molde de 3200 cm³, se compactó en tres capas con 25 golpes por capa. Los datos indican consistencia en las mediciones.

4.1.1 Resultados referentes al proporcionamiento de material para concreto permeable $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Los datos obtenidos en los experimentos de laboratorio descritos anteriormente sirvieron como base para el diseño de la mezcla. Para la construcción de la estructura se utilizaron rocas obtenidas de la cantera Unocolla y cemento IP (cemento South) fabricado por la marca Rumi.



Tabla 10

Atributos de los agregados

| PROPIEDADES | AGREG. GRUESO | AGREG. FINO |
|----------------|---------------|-------------|
| Peso E.S.S | 2.36 | 2.49 |
| Peso Varillado | 1650 | 1740 |
| Peso Suelto | 1505 | 1608 |
| % Absorción | 3.14 | 3.39 |
| % Humedad | 4.23 | 6.33 |
| Índice Fineza | - | 3.29 |

La tabla ilustra las características físicas del agregado de la cantera unocolla, previo según ensayos realizados en el laboratorio.

DISEÑO DE MEZCLAS ACI-R522r-10

Dosificación para la elaboración del concreto

Tabla 11

Proporcionamiento según diseño en estados seco

| DESCRIPCIÓN | PESO SECO | VOLUMEN | PESO HÚMEDO |
|-------------|-----------|---------|-------------|
| Cemento | 306.308 | 1.000 | 306.308 |
| Agua | 122.523 | 0.400 | 103.121 |
| Agreg. G. | 1376.081 | 4.492 | 1439.381 |
| Agreg. F. | 73.570 | 0.240 | 74.159 |
| Aire | 19.0 % | | 19.0 % |

La Tabla 11 ilustra proporcionamiento según diseño en estado seco con 306.308 kg/m³ de cemento, 122.523 kg/m³ de agua, 1376.081 kg/m³ de agregado grueso, y 73.570 kg/m³ de agregado fino. Las proporciones volumétricas son 1.000 (cemento), 0.400 (agua), 4.492 (agregado grueso), y 0.240 (agregado fino).

Tabla 12

Dosificaciones del aditivo de incorporador de aire

| Materiales | (Patrón) | (0.03%) | (0.06%) |
|------------------------------|----------|----------|----------|
| Cemento (Kg) | 306.308 | 306.308 | 306.308 |
| Agua (Litros) | 103.121 | 103.121 | 103.121 |
| A. Grueso (Kg) | 1439.381 | 1439.381 | 1439.381 |
| A. Fino (Kg) | 74.159 | 74.159 | 74.159 |
| Aditivo Incorporador de aire | 0.00 | 0.092 | 0.184 |



La Tabla muestra la proporción del aditivo incorporador de aire. Los materiales base son 306.308 kg de cemento, 103.121 litros de agua, 1439.381 kg de agregado grueso, y 74.159 kg de agregado fino. El aditivo se añade en 0.092 kg (0.03%) y 0.184 kg (0.06%).

Tabla 13

Dosificaciones del grafeno

| Materiales | (Patrón) | (0.03%) | (0.06%) |
|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Cemento (Kg) | 306.308 | 306.308 | 306.308 |
| Agua (Litros) | 103.121 | 103.121 | 103.121 |
| A. Grueso (Kg) | 1439.381 | 1439.381 | 1439.381 |
| A. Fino (Kg) | 74.159 | 74.159 | 74.159 |
| Grafeno | 0.00 | 0.092 | 0.184 |

La Tabla presenta la proporción del grafeno. Los materiales base son 306.308 kg de cemento, 103.121 litros de agua, 1439.381 kg de agregado grueso, y 74.159 kg de agregado fino. El grafeno se añade en 0.092 kg (0.03%) y 0.184 kg (0.06%).

4.1.2 Resultados referentes a la incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno sobre la consistencia del concreto permeable $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 14

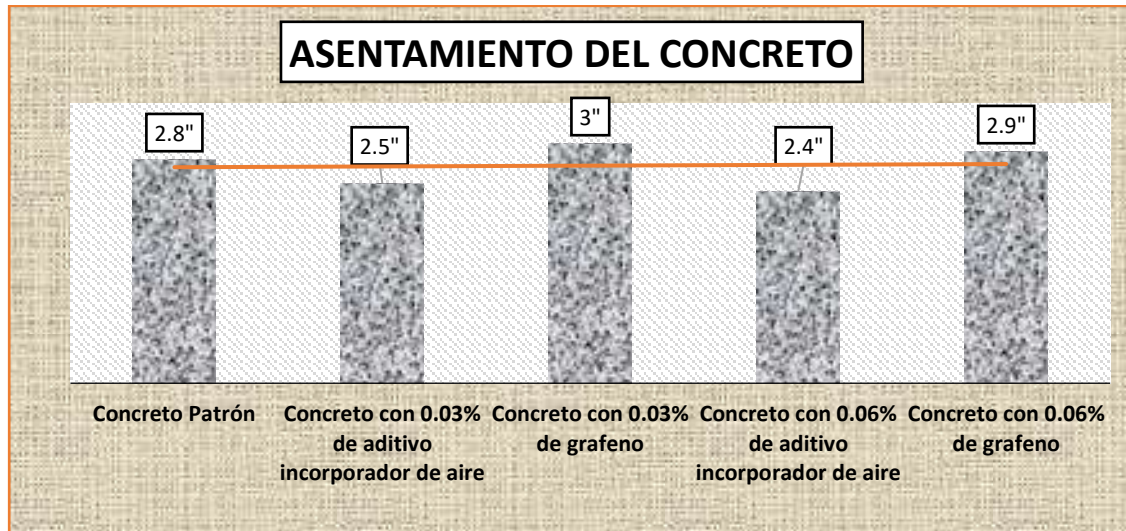
Consistencia del concreto permeable

| TIPO | SLUMP | CONSISTENCIA |
|--|--------------|---------------------|
| Concreto Poroso Estándar | 2.8" | Seca |
| Concreto + 0.03% de aditivo incorporador de aire | 2.5" | seca |
| Concreto + 0.03% de grafeno | 3" | seca |
| Concreto + 0.06% de aditivo incorporador de aire | 2.4" | seca |
| Concreto + 0.06% de grafeno | 2.9" | seca |

La tabla presenta la consistencia del concreto permeable con diferentes aditivos. Se compara el slump (asentamiento) y la consistencia de un concreto patrón con concretos que incorporan 0.03% y 0.06% de aditivo incorporador de aire o grafeno. Todos los tipos de concreto resultan en una consistencia seca.

Figura 6

Comparativo del asentamiento (SLUMP)



La Figura compara el asentamiento (SLUMP) del concreto en diferentes condiciones. El concreto poroso tiene un slump de 2.8", con 0.03% y 0.06% de aditivo incorporador de aire, el slump es de 2.5" y 2.4" respectivamente. Con 0.03% y 0.06% de grafeno, el slump es de 3" y 2.9" respectivamente.

4.1.3 Resultados referentes al ensayo de coeficiente de permeabilidad del concreto

$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 15

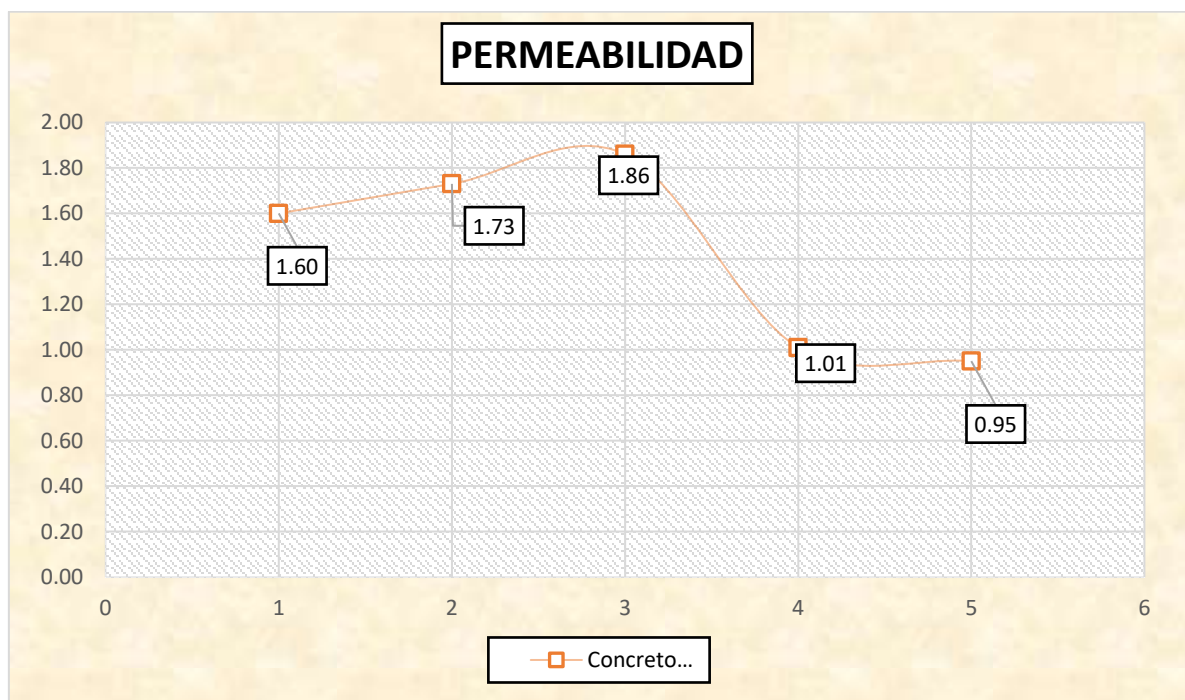
Permeabilidad del concreto permeable.

| N.º | DESCRIPCIÓN | Tiempo (Seg) | Coficiente de permeabilidad (cm/seg) | Promedio de permeabilidad (cm/seg) |
|-----|-----------------------------------|--------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Concreto Poroso Estándar | 10.00 | 1.59 | 1.60 |
| 2 | Concreto Poroso Estándar | 10.00 | 1.61 | |
| 3 | C + 0.03% de incorporador de aire | 12.00 | 1.69 | 1.73 |
| 4 | C + 0.03% de incorporador de aire | 11.00 | 1.78 | |
| 5 | C + 0.06% de incorporador de aire | 13.00 | 1.54 | 1.86 |
| 6 | C + 0.06% de incorporador de aire | 14.00 | 2.17 | |
| 7 | Concreto + 0.03% de grafeno | 14.00 | 1.00 | 1.01 |
| 8 | Concreto + 0.03% de grafeno | 15.00 | 1.01 | |
| 9 | Concreto + 0.06% de grafeno | 14.00 | 0.94 | 0.95 |
| 10 | Concreto + 0.06% de grafeno | 15.00 | 0.96 | |

La tabla exhibe los coeficientes y promedios de permeabilidad en diferentes mezclas de concreto poroso, incluyendo variantes estándar y aquellas modificadas con incorporador de aire y grafeno en distintas concentraciones. Los resultados indican que las adiciones de incorporador de aire incrementan significativamente la permeabilidad, mientras que el grafeno tiene un efecto estabilizador, con coeficientes y promedios más bajos.

Figura 7

Comparativa de la Permeabilidad.



La figura ilustra el coeficiente de permeabilidad del hormigón suele rondar los 160 cm/s. Además, cuando las concentraciones del aditivo incorporador de aire son del 0,03 % y del 0,06 %, la permeabilidad aumenta a 1,73 cm/s y 1,86 cm/s, respectivamente. Como se anticipó, la permeabilidad disminuye tanto en las concentraciones de grafeno del 0,03 % como del 0,06 %. Los dos tienen permeabilidades distintas; el primero tiene una medida de 1,01 cm/s, mientras que el segundo tiene una medida de 0,95 cm/s.

4.1.4 Resultados referentes sobre la resistencia del concreto permeable.

A. Muestra estándar

Tabla 16

Esfuerzo del concreto Poroso a 7 días.

| ESPECIM. | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|----------|------------|--------|------|---------------------------|
| B – 1 | 22153 | 125.70 | 7 | 124.44 kg/cm ² |
| B – 2 | 22095 | 125.37 | 7 | |
| B – 3 | 22207 | 125.50 | 7 | |
| B – 4 | 22064 | 125.19 | 7 | |
| B – 5 | 22109 | 125.45 | 7 | |

La tabla presenta la resistencia del concreto patrón a 7 días, con una carga promedio de 22105.6 kg y un esfuerzo de rotura promedio de 125.44 kg/cm², evaluando cinco muestras distintas.

Figura 8

Esfuerzo alcanzado del concreto Poroso a 7 días.



La figura 8 muestra la resistencia a la compresión del concreto poroso a los 7 días de diferentes muestras. Las resistencias obtenidas varían ligeramente entre 125.19 kg/cm² y 125.7 kg/cm², con un promedio de 125.44 kg/cm². La muestra 1 tiene la mayor resistencia, mientras que la muestra 4 presenta la menor.

Tabla 17

Esfuerzo del concreto Poroso a 14 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|------|---------------------------|
| B – 1 | 25461 | 144.46 | 14 | 143.65 kg/cm ² |
| B – 2 | 25874 | 146.81 | 14 | |
| B – 3 | 24987 | 141.21 | 14 | |
| B – 4 | 24931 | 140.89 | 14 | |
| B – 5 | 25531 | 144.86 | 14 | |

La tabla 17 presenta los datos de esfuerzo de rotura para muestras de concreto Poroso a los 14 días. Se observan los valores de carga aplicada en kilogramos (Kg) y el esfuerzo de rotura en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²) para cada muestra, con un promedio general de 143.65 kg/cm².

Figura 9

Esfuerzo alcanzado del concreto Poroso a 14 días.

RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS, MUESTRA PATRÓN



La figura muestra la resistencia a los 14 días de varias muestras de concreto poroso, con valores que oscilan entre 140.89 kg/cm² y 146.81 kg/cm². La muestra 2 alcanzó la mayor resistencia con 146.81 kg/cm², mientras que la muestra 4 registró la menor con 140.89 kg/cm². El promedio de resistencia entre las muestras es de 143.65 kg/cm².

Tabla 18

Esfuerzo del concreto Poroso a 28 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|-------------|------|---------------------------|
| B – 1 | 31213 | 176.39 | 28 | 177.53 kg/cm ² |
| B – 2 | 31821 | 179.83 | 28 | |
| B – 3 | 30964 | 175.69 | 28 | |
| B – 4 | 30874 | 175.18 | 28 | |
| B – 5 | 31954 | 180.58 | 28 | |

La tabla 18 muestra la resistencia del concreto estándar a los 28 días, elaborado con una resistencia objetivo de 175 kg/cm². Se evaluaron cinco muestras, obteniendo esfuerzos de rotura entre 175.18 kg/cm² y 180.58 kg/cm², con un promedio de 177.53 kg/cm².

Figura 10

Esfuerzo alcanzado del concreto Poroso a 28 días.



La resistencia del concreto patrón a los 28 días de fraguado, elaborado con agregados naturales, fue evaluada mediante cinco briquetas. La resistencia promedio obtenida fue de 177.53 kg/cm², alcanzando un 101.45% de la resistencia objetivo de 175 kg/cm².

B. Concreto + aditivo incorporador de aire.

Incorporador de aire 0.03%

Tabla 19

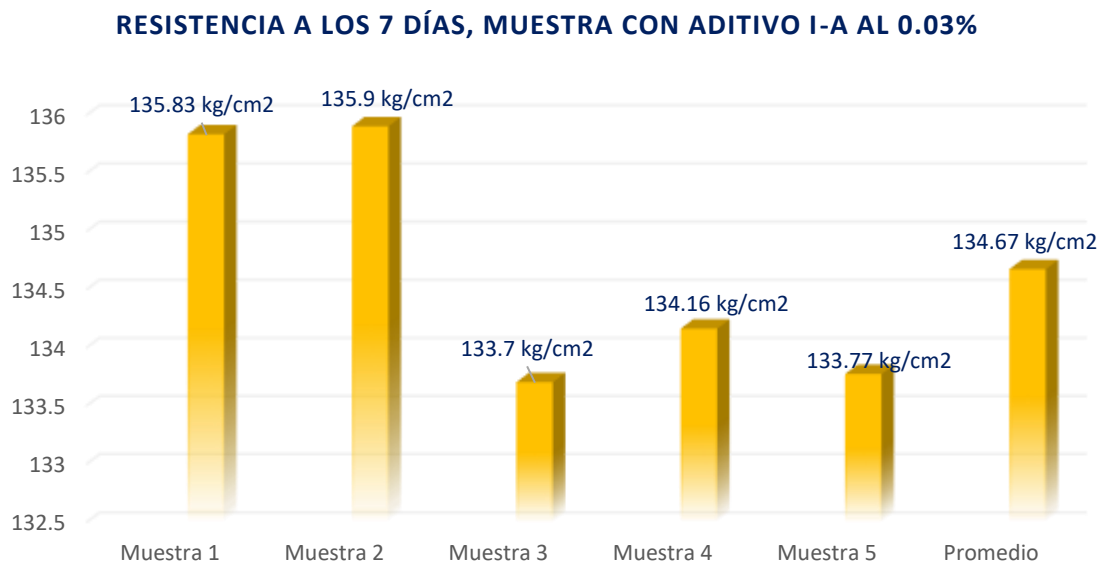
Esfuerzo del concreto + 0.03% de aditivo incorporador de aire, a 7 días.

| MUESTRA | CARGA | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|-------|--------|------|---------------------------|
| B – 1 | 24035 | 135.83 | 7 | |
| B – 2 | 23951 | 135.90 | 7 | |
| B – 3 | 23564 | 133.70 | 7 | 134.67 kg/cm ² |
| B – 4 | 23645 | 134.16 | 7 | |
| B – 5 | 23671 | 133.77 | 7 | |

La tabla 19 muestra el esfuerzo de rotura del concreto con un 0.03% de aditivo IA a los 7 días de fraguado. Se evaluaron cinco muestras, obteniendo esfuerzos de rotura entre 133.70 kg/cm² y 135.90 kg/cm², con un promedio de 134.67 kg/cm².

Figura 11

Esfuerzo alcanzada del concreto + 0.03% de aditivo I-A, a 7 días.



La figura muestra la resistencia del concreto con aditivo I-A 0.03%, en 7 días de fraguado, elaborado con agregados naturales donde se hizo cinco briquetas, siendo la resistencia media de 134.67 kg/cm².

Tabla 20

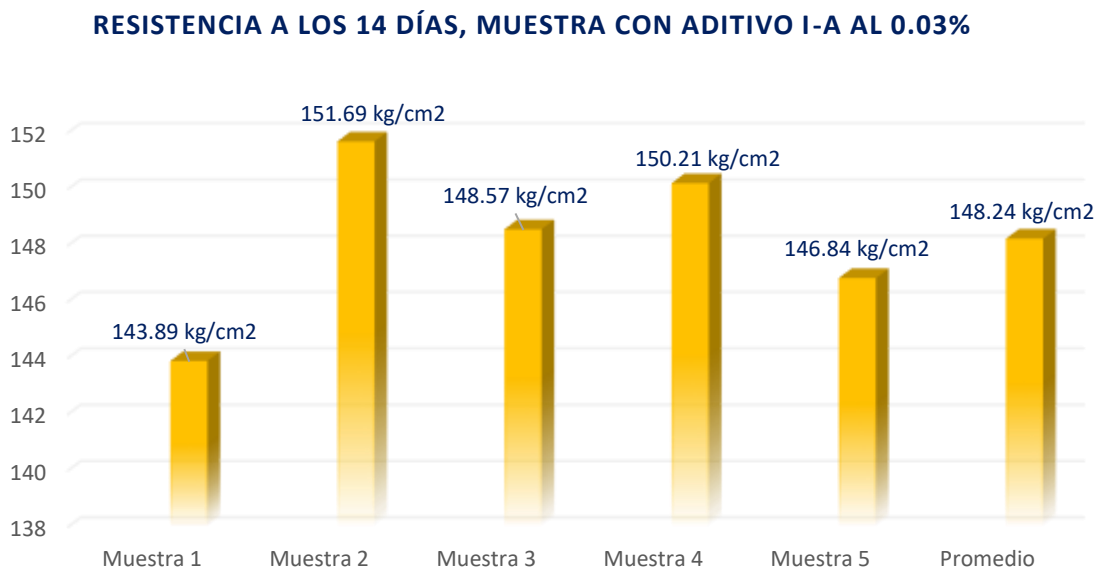
Esfuerzo del concreto + 0.03% de aditivo incorporador de aire, a 14 días.

| MUESTRA | CARGA | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|-------|--------|------|---------------------------|
| B – 1 | 25461 | 143.89 | 14 | |
| B – 2 | 26841 | 151.69 | 14 | |
| B – 3 | 26185 | 148.57 | 14 | 148.24 kg/cm ² |
| B – 4 | 26474 | 150.21 | 14 | |
| B – 5 | 25984 | 146.84 | 14 | |

La tabla muestra el esfuerzo de rotura del concreto con un 0.03% de aditivo IA a los 14 días de fraguado. Se evaluaron cinco muestras, obteniendo esfuerzos de rotura entre 143.89 kg/cm² y 151.69 kg/cm², con un promedio de 148.24 kg/cm².

Figura 12

Esfuerzo alcanzada del concreto + 0.03% de aditivo I-A, a 14 días.



La figura muestra un gráfico de barras que representa la resistencia del concreto con un 0.03% de aditivo I-A en 14 días, evaluada en cinco muestras. Los valores varían desde 143.89 kg/cm² en la muestra 1 hasta 151.69 kg/cm² en la muestra 2, siendo este el valor más alto. El promedio de resistencia para todas las muestras es de 148.24 kg/cm².

Tabla 21

Esfuerzo del concreto + 0.03% de aditivo incorporador de aire, a 28 días.

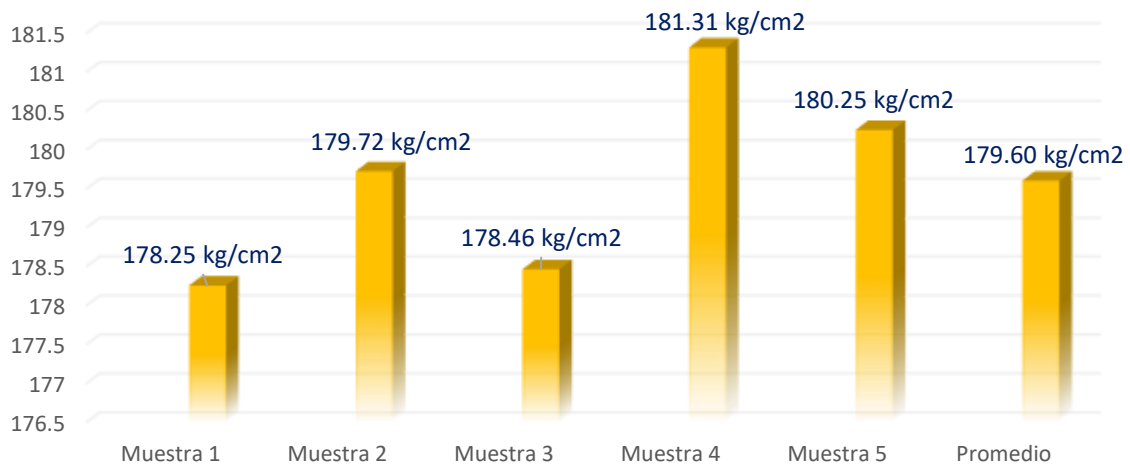
| MUESTRA | CARGA | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|-------|--------|------|---------------------------|
| B – 1 | 31542 | 178.25 | 28 | |
| B – 2 | 31675 | 179.72 | 28 | |
| B – 3 | 31452 | 178.46 | 28 | 179.60 kg/cm ² |
| B – 4 | 31954 | 181.31 | 28 | |
| B – 5 | 31896 | 180.25 | 28 | |

La tabla muestra el esfuerzo de rotura del concreto con un 0.03% de IA en 28 días, evaluando cinco muestras. Los esfuerzos de rotura varían entre 178.25 kg/cm² y 181.31 kg/cm², con un promedio de 179.60 kg/cm².

Figura 13

Resistencia del concreto + 0.03% de aditivo I-A, a 28 días.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS, MUESTRA CON ADITIVO I-A AL 0.03%



La figura presenta un gráfico de barras que muestra la resistencia del concreto con un 0.03% de aditivo I-A en 28 días. Los resultados de las cinco muestras oscilan entre 178.25 kg/cm² y 181.31 kg/cm², siendo la muestra 4 la que alcanzó la mayor resistencia. El promedio general de resistencia es de 179.60 kg/cm².

INCORPORADOR DE AIRE 0.06%

Tabla 22

Esfuerzo del concreto + 0.06% de aditivo incorporador de aire, a 7 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|-------------|------|---------------------------|
| B – 1 | 25971 | 146.77 | 7 | |
| B – 2 | 24861 | 141.06 | 7 | |
| B – 3 | 25612 | 145.32 | 7 | 143.57 kg/cm ² |
| B – 4 | 24652 | 139.87 | 7 | |
| B – 5 | 25632 | 144.85 | 7 | |

La tabla muestra el esfuerzo de rotura del concreto con un 0.06% de aditivo IA en 7 días de fraguado, evaluando cinco muestras. Los esfuerzos de rotura varían entre 139.87 kg/cm² y 146.77 kg/cm², con un promedio de 143.57 kg/cm².

Figura 14

Resistencia del concreto + 0.06% de aditivo I-A, a 7 días.

RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS, MUESTRA CON ADITIVO I-A AL 0.06%



La figura exhibe un gráfico de barras que representa la resistencia del concreto con un 0.06% de aditivo I-A en 7 días. Los valores de resistencia varían entre 139.87 kg/cm² y 146.77 kg/cm², con la muestra 1 mostrando la mayor resistencia. El promedio general de las cinco muestras es de 143.57 kg/cm².

Tabla 23

Esfuerzo del concreto + 0.06% de aditivo incorporador de aire, a 14 días.

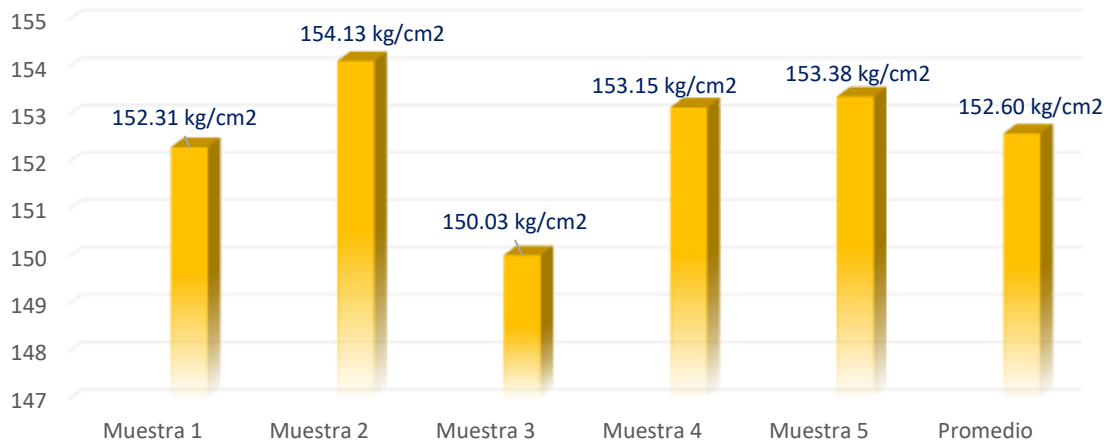
| ESPEC. | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|--------|------------|--------|------|---------------------------|
| B – 1 | 26844 | 152.31 | 14 | 152.60 kg/cm ² |
| B – 2 | 27165 | 154.13 | 14 | |
| B – 3 | 26548 | 150.03 | 14 | |
| B – 4 | 26992 | 153.15 | 14 | |
| B – 5 | 27032 | 153.38 | 14 | |

La tabla muestra el esfuerzo de rotura del concreto con un 0.06% de IA en 14 días, evaluando cinco muestras. Los esfuerzos de rotura varían entre 150.03 kg/cm² y 154.13 kg/cm², con un promedio de 152.60 kg/cm².

Figura 15

Resistencia del concreto + 0.06% de aditivo I-A, a 14 días.

RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS, MUESTRA CON ADITIVO I-A AL 0.06%



La figura muestra un gráfico de barras que presenta la resistencia del concreto con un 0.06% de aditivo I-A en 14 días. Los valores de resistencia obtenidos oscilan entre 150.03 kg/cm² y 154.13 kg/cm², siendo la muestra 2 la que presenta la mayor resistencia. El promedio general de las muestras se encuentra en 152.60 kg/cm².

Tabla 24

Esfuerzo del concreto + 0.06% de aditivo incorporador de aire, a 28 días.

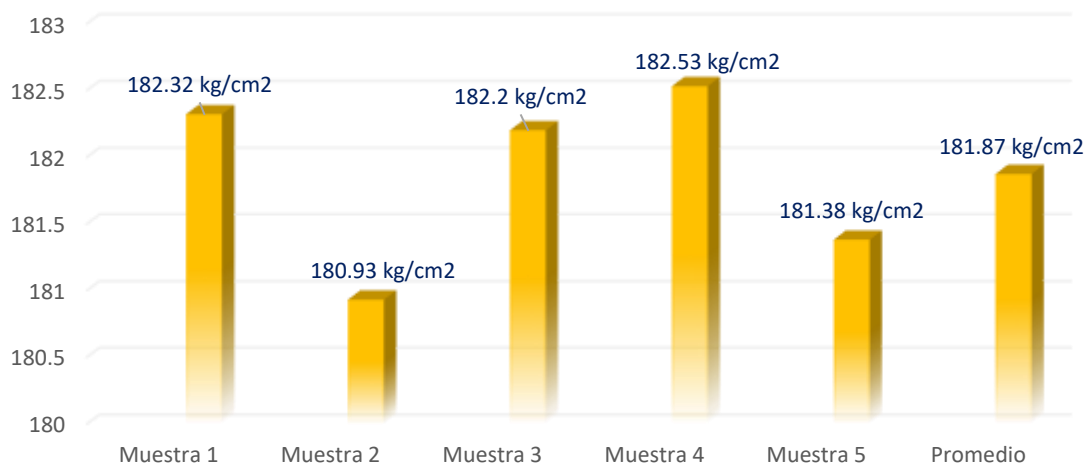
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|------|---------------------------|
| B – 1 | 32261 | 182.32 | 28 | 181.87 kg/cm ² |
| B – 2 | 32016 | 180.93 | 28 | |
| B – 3 | 32112 | 182.20 | 28 | |
| B – 4 | 32169 | 182.53 | 28 | |
| B – 5 | 32095 | 181.38 | 28 | |

La tabla muestra el esfuerzo de rotura del concreto con 0.06% de IA en 28 días, evaluando cinco muestras. Los esfuerzos de rotura varían entre 180.93 kg/cm² y 182.53 kg/cm², con un promedio de 181.87 kg/cm².

Figura 16

Resistencia del concreto + 0.06% de aditivo I-A, a 28 días.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS, MUESTRA CON ADITIVO I-A AL 0.06%



La figura presenta un gráfico de barras que muestra la resistencia del concreto con un 0.06% de aditivo I-A a los 28 días. Las resistencias varían entre 180.93 kg/cm² y 182.53 kg/cm², con la muestra 4 mostrando la mayor resistencia. El promedio general de las cinco muestras se sitúa en 181.87 kg/cm².

C. Concreto + adición de grafeno.

Grafeno 0.03%

Tabla 25

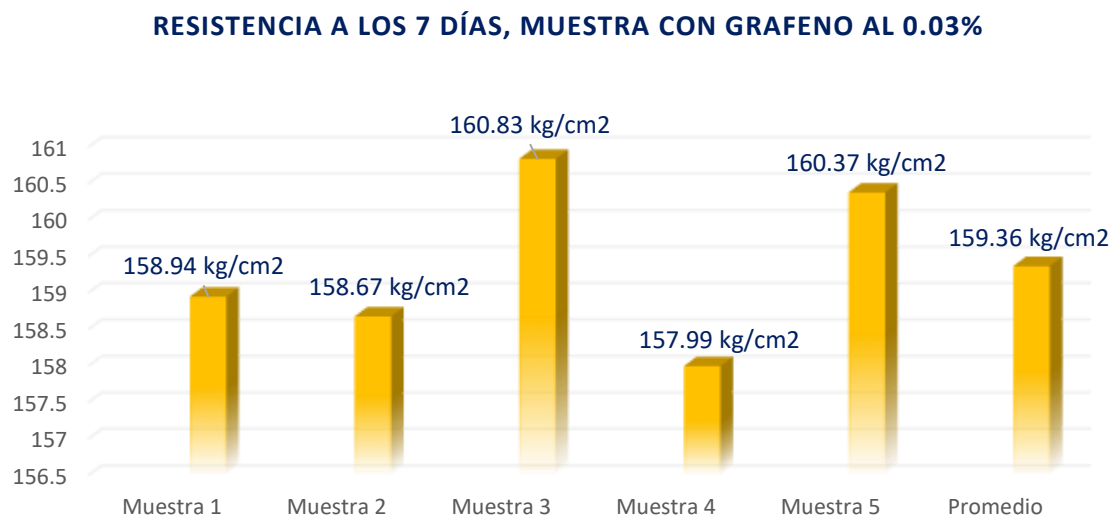
Esfuerzo del concreto + 0.03% de Grafeno, a 7 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|-------------|------|---------------------------|
| B – 1 | 28125 | 158.94 | 7 | |
| B – 2 | 27965 | 158.67 | 7 | |
| B – 3 | 28345 | 160.83 | 7 | 159.36 kg/cm ² |
| B – 4 | 27957 | 157.99 | 7 | |
| B – 5 | 28264 | 160.37 | 7 | |

La tabla muestra el esfuerzo de rotura del concreto con un 0.03% de grafeno a los 7 días, evaluando cinco muestras. Los esfuerzos de rotura varían entre 157.99 kg/cm² y 160.83 kg/cm², con un promedio de 159.36 kg/cm².

Figura 17

Resistencia del concreto + 0.03% de Grafeno, a 7 días.



La figura muestra la resistencia del concreto con un 0.03% de grafeno a los 7 días de fraguado, utilizando agregados naturales de la cantera Unocolla. Se probaron cinco briquetas, obteniendo una resistencia media de 159.36 kg/cm², lo que representa un 91.06% de la resistencia objetivo de 175 kg/cm².

Tabla 26

Esfuerzo del concreto + 0.03% de Grafeno, a 14 días.

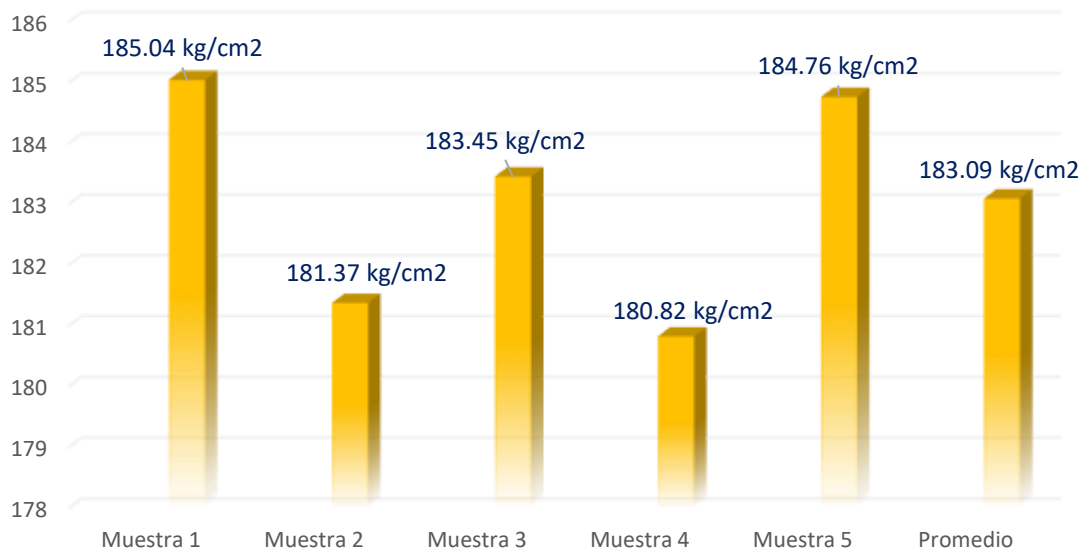
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|-------------|------|---------------------------|
| B – 1 | 32612 | 185.04 | 14 | |
| B – 2 | 31965 | 181.37 | 14 | |
| B – 3 | 32461 | 183.45 | 14 | 183.09 kg/cm ² |
| B – 4 | 31997 | 180.82 | 14 | |
| B – 5 | 32562 | 184.76 | 14 | |

La tabla muestra el esfuerzo de rotura del concreto con un 0.03% de grafeno a los 14 días, evaluando cinco muestras. Los esfuerzos de rotura varían entre 180.82 kg/cm² y 185.04 kg/cm², con un promedio de 183.09 kg/cm².

Figura 18

Resistencia del concreto + 0.03% de Grafeno, a 14 días.

RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS, MUESTRA CON GRAFENO AL 0.03%



En la figura se observa la resistencia del concreto con un 0.03% de grafeno a los 14 días de fraguado. Se prepararon cinco briquetas para las pruebas de resistencia, obteniéndose una resistencia media de 183.09 kg/cm².

Tabla 27

Esfuerzo del concreto + 0.03% de Grafeno, a 28 días.

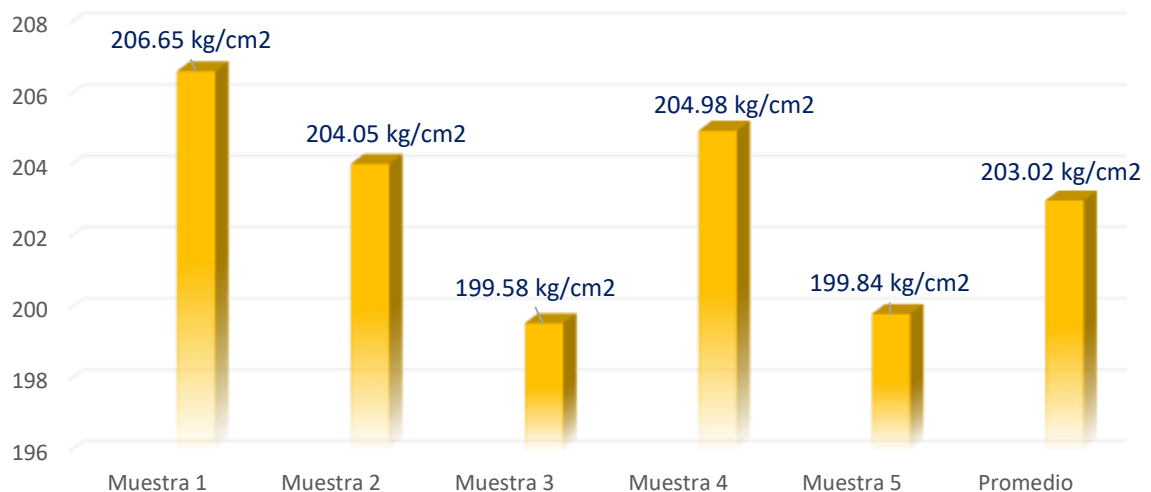
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|-------------|------|---------------------------|
| B – 1 | 36421 | 206.65 | 28 | |
| B – 2 | 35962 | 204.05 | 28 | |
| B – 3 | 35362 | 199.58 | 28 | 183.09 kg/cm ² |
| B – 4 | 36127 | 204.98 | 28 | |
| B – 5 | 35362 | 199.84 | 28 | |

La tabla 27 presenta las pruebas de esfuerzo a la rotura del concreto con un 0.03% de grafeno a los 28 días de fraguado. Se muestra la carga aplicada y el esfuerzo de rotura correspondiente a 5 muestras, con un esfuerzo medio de 204.03 kg/cm².

Figura 19

Esfuerzo del concreto + 0.03% de Grafeno, a 28 días.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS, MUESTRA CON GRAFENO AL 0.03%



En la figura se muestra la resistencia del concreto con un 0.03% de grafeno, medida a los 28 días de fraguado. Se realizaron pruebas de resistencia en cinco briquetas, obteniéndose una resistencia medio de 203.02 kg/cm².

Grafeno 0.06%

Tabla 28

Esfuerzo del concreto + 0.06% de Grafeno, a 7 días.

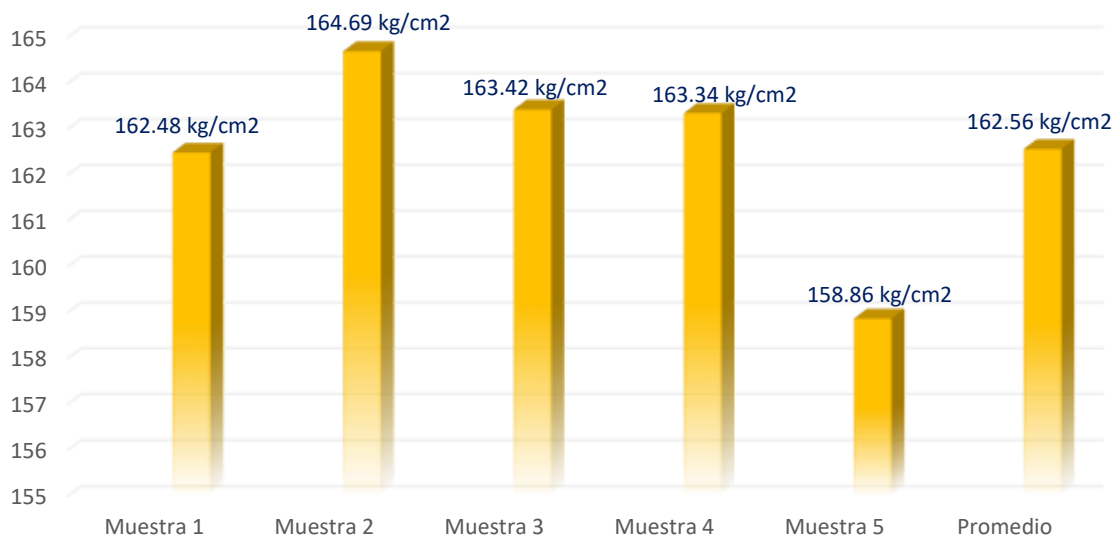
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|-------------|------|---------------------------|
| B – 1 | 28751 | 162.48 | 28 | |
| B – 2 | 29026 | 164.69 | 28 | |
| B – 3 | 28801 | 163.42 | 28 | 162.56 kg/cm ² |
| B – 4 | 28903 | 163.34 | 28 | |
| B – 5 | 27998 | 158.86 | 28 | |

La tabla 28 muestra los resultados del esfuerzo del concreto con un 0.06% de grafeno, medido a los 7 días de fraguado. Se presentan los valores de carga aplicada y el esfuerzo de rotura de 5 muestras, con un esfuerzo media de 162.56 kg/cm².

Figura 20

Esfuerzo alcanzada del concreto + 0.06% de Grafeno, a 7 días.

RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS, MUESTRA CON GRAFENO AL 0.06%



La figura 20 ilustra la resistencia del concreto con un 0.06% de grafeno a los 7 días de fraguado.

Se muestra la resistencia individual de cinco muestras, con valores que varían entre 158.86 kg/cm² y 164.69 kg/cm², y un promedio de 162.56 kg/cm².

Tabla 29

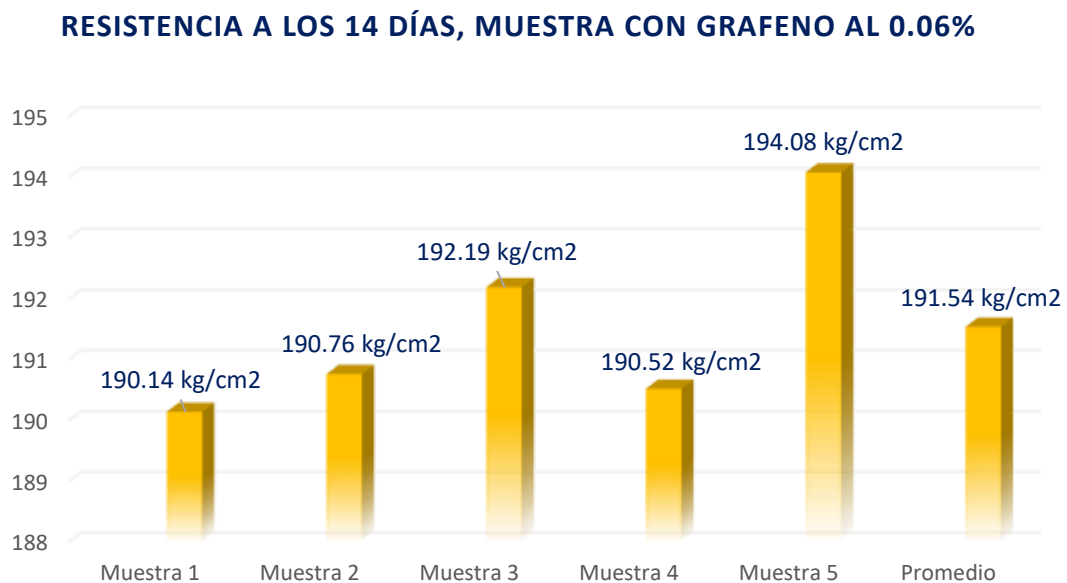
Esfuerzo del concreto + 0.06% de Grafeno, a 14 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|-------------|------|--------------------------|
| B – 1 | 33511 | 190.14 | 14 | |
| B – 2 | 33621 | 190.76 | 14 | |
| B – 3 | 34008 | 192.19 | 14 | 162.5 kg/cm ² |
| B – 4 | 33712 | 190.52 | 14 | |
| B – 5 | 34206 | 194.08 | 14 | |

La tabla 29 presenta los resultados del esfuerzo del concreto con un 0.06% de grafeno a los 14 días de fraguado. Se evaluaron cinco muestras, con valores de esfuerzo que varían entre 190.14 kg/cm² y 194.08 kg/cm², obteniendo un promedio de 162.5 kg/cm²

Figura 21

Resistencia del concreto + 0.06% de Grafeno, a 14 días.



La figura se presenta la resistencia del concreto con un 0.06% de grafeno, medida a los 14 días de fraguado. Se realizaron pruebas de resistencia en cinco briquetas, obteniendo una resistencia promedio de 191.54 kg/cm², lo que representa el 109.45% de la resistencia de diseño del concreto, fijada en $f'c = 175$ kg/cm².

Tabla 30

Esfuerzo del concreto + 0.06% de Grafeno, a 28 días.

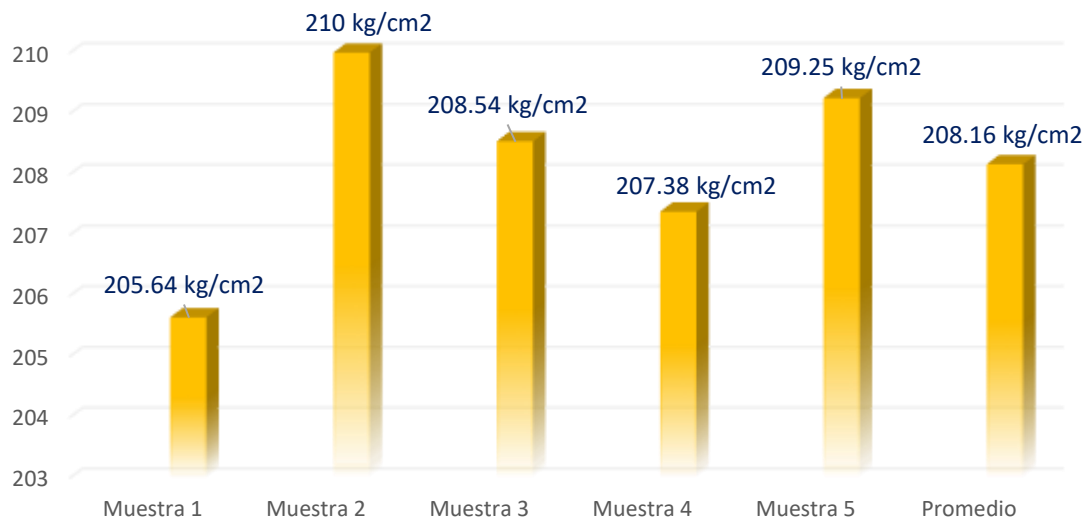
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|-------------|------|---------------------------|
| B – 1 | 36243 | 205.64 | 28 | 208.16 kg/cm ² |
| B – 2 | 37012 | 210.00 | 28 | |
| B – 3 | 36951 | 208.54 | 28 | |
| B – 4 | 36549 | 207.38 | 28 | |
| B – 5 | 37027 | 209.25 | 28 | |

La tabla muestra los resultados del esfuerzo del concreto con 0.06% de grafeno a los 28 días de fraguado. Se evaluaron cinco muestras, con esfuerzos de rotura que varían entre 205.64 kg/cm² y 210 kg/cm², obteniéndose una media de 208.16 kg/cm²

Figura 22

Resistencia del concreto + 0.06% de Grafeno, a 28 días.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS, MUESTRA CON GRAFENO AL 0.06%



La figura muestra la resistencia del concreto con un 0.06% de grafeno, medida a los 28 días de fraguado. Se realizaron pruebas de resistencia en cinco briquetas, obteniéndose una resistencia promedio de 208.16 kg/cm².

4.1.4.1 Análisis de resultados

Tabla 31

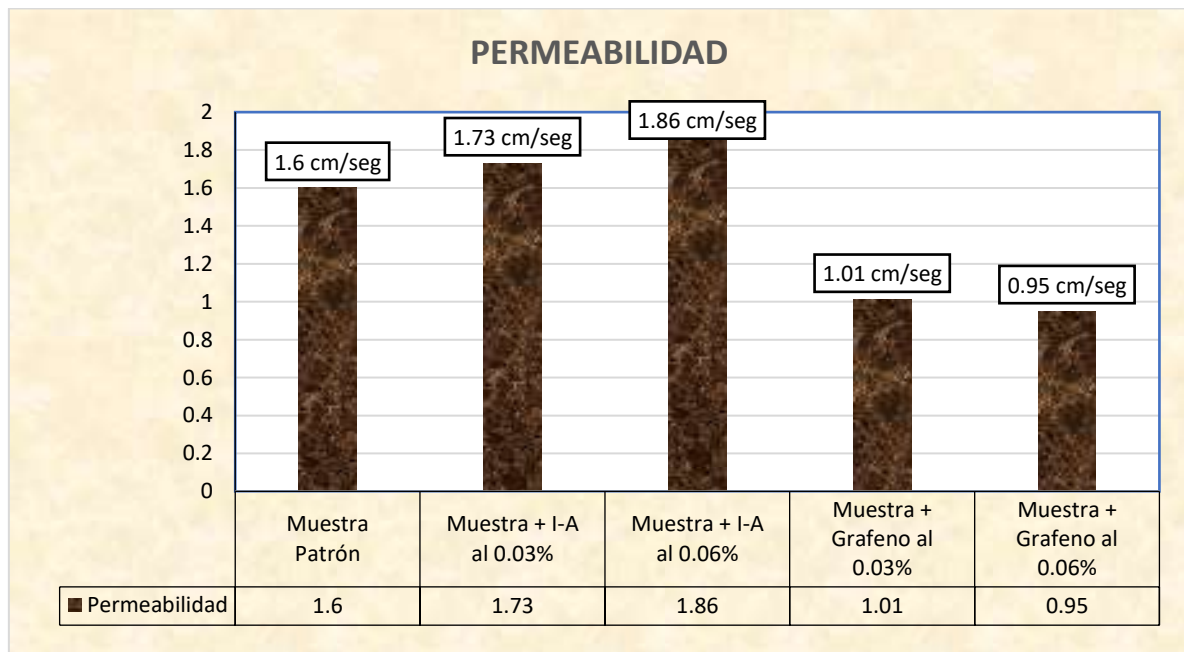
Comparativo de la permeabilidad del concreto poroso.

| MUESTRAS | PROMEDIO DE PERMEABILIDAD |
|----------------------------|---------------------------|
| Muestra Patrón | 1.60 |
| Muestra + I-A al 0.03% | 1.73 |
| Muestra + I-A al 0.06% | 1.86 |
| Muestra + Grafeno al 0.03% | 1.01 |
| Muestra + Grafeno al 0.06% | 0.95 |

La tabla muestra un comparativo de la permeabilidad del concreto poroso en diferentes muestras. Se observa que las muestras con incorporador de aire (I-A) presentan un incremento en el promedio de permeabilidad en comparación con la muestra patrón, con valores que van de 1.73 a 1.86 cm/seg. Por otro lado, las muestras que contienen grafeno presentan una reducción en la permeabilidad, con valores de 1.01 y 0.95 cm/seg, lo que indica que el grafeno reduce la permeabilidad del concreto poroso.

Figura 23

Comportamiento de la permeabilidad del concreto poroso.



La figura ilustra que el incorporador de aire aumenta la permeabilidad del concreto poroso, alcanzando hasta 1.86 cm/seg. En contraste, la adición de grafeno reduce la

permeabilidad, llegando a un mínimo de 0.95 cm/seg, indicando que el grafeno disminuye la permeabilidad del concreto.

Tabla 32

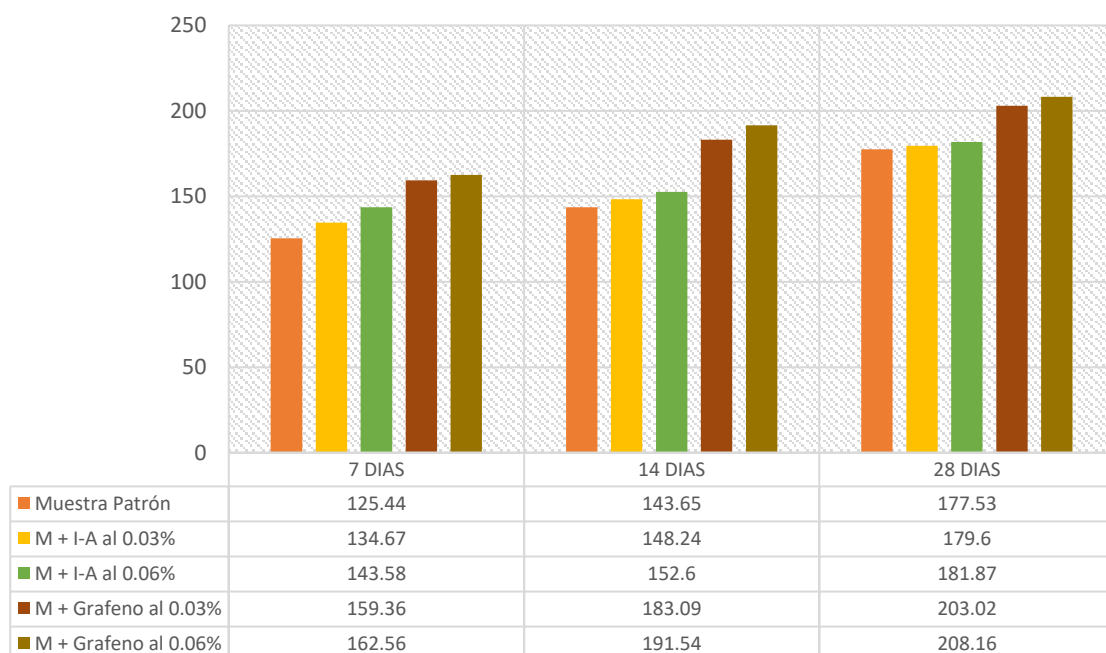
Resistencias alcanzadas del concreto.

| | 7 días | 14 días | 28 días |
|-----------------------------------|--------|---------|---------|
| Muestra Patrón | 125.44 | 143.65 | 177.53 |
| Muestra + I-A al 0.03% | 134.67 | 148.24 | 179.60 |
| Muestra + I-A al 0.06% | 143.58 | 152.60 | 181.87 |
| Muestra + Grafeno al 0.03% | 159.36 | 183.09 | 203.02 |
| Muestra + Grafeno al 0.06% | 162.56 | 191.54 | 208.16 |

La tabla presenta las resistencias alcanzadas por diferentes mezclas de concreto a los 7, 14 y 28 días. Se observa que la resistencia aumenta con el tiempo en todas las muestras. Las mezclas con grafeno, tanto al 0.03% como al 0.06%, muestran las resistencias más altas, alcanzando 208.16 kg/cm² en la mezcla con 0.06% de grafeno a los 28 días. Las mezclas con incorporador de aire (I-A) también muestran mejoras respecto a la muestra patrón, aunque en menor medida que las mezclas con grafeno.

Figura 24

Resistencias alcanzadas del concreto.





La figura muestra la evolución de las resistencias alcanzadas por diferentes mezclas de concreto a los 7, 14 y 28 días. Se observa que las mezclas con grafeno, especialmente al 0.06%, alcanzan las mayores resistencias en todos los intervalos de tiempo, llegando a 208.16 kg/cm² a los 28 días. En comparación, la muestra patrón tiene la resistencia más baja, con 177.53 kg/cm² a los 28 días. Las mezclas con incorporador de aire también muestran un incremento en la resistencia respecto a la muestra patrón, pero no tan significativo como el grafeno.

4.2 Discusión de resultados

En la región de Puno, las condiciones climáticas y geográficas extremas juegan un papel crucial en la selección y diseño de materiales de construcción. Debido a la altitud y las variaciones drásticas de temperatura, el concreto utilizado en esta zona enfrenta desafíos significativos en términos de durabilidad y resistencia. Por esta razón, el análisis de las propiedades del concreto poroso es particularmente relevante, ya que este tipo de material se emplea en aplicaciones que requieren tanto permeabilidad para el drenaje como suficiente resistencia para soportar cargas estructurales. Este estudio se enfoca en evaluar el impacto de diferentes aditivos, como los incorporadores de aire y el grafeno, en la permeabilidad y resistencia del concreto poroso, proporcionando una base para mejorar las prácticas de construcción en Puno.

4.2.1 Permeabilidad del Concreto Poroso

La permeabilidad del concreto poroso es una propiedad fundamental, especialmente en aplicaciones donde el manejo de agua superficial y subterránea es crítico. En este estudio, se realizaron pruebas para medir la permeabilidad de mezclas de concreto poroso con la adición de diferentes aditivos, comparando los resultados con una muestra patrón. Los resultados indicaron que la muestra patrón presentó una permeabilidad de 1.60 cm/seg. Al incorporar un aditivo incorporador de aire (I-A) en



proporciones del 0.03% y 0.06%, la permeabilidad del concreto aumentó a 1.73 cm/seg y 1.86 cm/seg, respectivamente. Este aumento se debe a la formación de burbujas de aire dentro de la matriz del concreto, las cuales incrementan la porosidad del material. La presencia de estas burbujas facilita el paso del agua y otros fluidos, lo que resulta en una mayor permeabilidad del concreto.

Por otro lado, al adicionar grafeno en las mismas proporciones, se observó una disminución significativa en la permeabilidad, registrándose valores de 1.01 cm/seg y 0.95 cm/seg para las dos concentraciones estudiadas. Este comportamiento se puede atribuir a la capacidad del grafeno para actuar como un agente refinador de poros, reduciendo la porosidad del concreto al integrarse en su matriz. Las propiedades nanométricas del grafeno permiten que este material rellene poros y microfisuras, creando una estructura más densa y menos permeable. Estos hallazgos están en línea con investigaciones previas que han demostrado la capacidad del grafeno para mejorar la impermeabilidad del concreto, lo que es particularmente beneficioso en condiciones ambientales adversas, como las que se encuentran en Puno.

4.2.2 Resistencia a la Compresión del Concreto

La resistencia a la compresión es una medida clave del desempeño estructural del concreto, y es fundamental para garantizar la seguridad y durabilidad de las construcciones. En este estudio, se evaluaron las resistencias a la compresión del concreto poroso a los 7, 14 y 28 días de curado, comparando las muestras con diferentes aditivos. Los resultados mostraron que las muestras con grafeno en proporciones del 0.03% y 0.06% alcanzaron resistencias de 203.02 kg/cm² y 208.16 kg/cm² a los 28 días, respectivamente, superando significativamente a la muestra patrón, que alcanzó 177.53 kg/cm² en el mismo periodo.

La mejora en la resistencia a la compresión observada con la adición de grafeno se puede explicar por sus propiedades mecánicas excepcionales. El grafeno, con su alta relación de aspecto y resistencia, refuerza la matriz del cemento, mejorando la cohesión



entre las partículas y aumentando la capacidad de carga del concreto. Además, la presencia de grafeno contribuye a una mejor distribución de las tensiones internas, lo que reduce la formación de grietas y fisuras bajo carga. En contraste, aunque el aditivo incorporador de aire mejora la trabajabilidad del concreto y su resistencia a los ciclos de congelación y deshielo, su impacto en la resistencia a la compresión es menos pronunciado. Las muestras con aditivo incorporador de aire al 0.03% y 0.06% presentaron resistencias de 179.60 kg/cm² y 181.87 kg/cm² a los 28 días, valores ligeramente superiores a la muestra patrón, pero significativamente inferiores a las muestras con grafeno.

Conclusiones

Los resultados de este estudio destacan el potencial del grafeno como aditivo para mejorar las propiedades del concreto poroso, particularmente en términos de impermeabilidad y resistencia a la compresión. Esto es especialmente relevante para la región de Puno, donde las condiciones climáticas extremas pueden comprometer la durabilidad de las estructuras de concreto. La incorporación de grafeno no solo reduce la permeabilidad del concreto, sino que también mejora significativamente su resistencia, lo que puede traducirse en estructuras más duraderas y resistentes.

Por otro lado, los aditivos incorporadores de aire, aunque son útiles en situaciones donde la resistencia a ciclos de congelación y deshielo es crucial, no contribuyen de manera significativa al aumento de la resistencia a la compresión. Estos hallazgos subrayan la importancia de seleccionar los aditivos de manera cuidadosa, considerando las necesidades específicas del proyecto y las condiciones ambientales locales.

El análisis realizado sugiere que futuras investigaciones podrían enfocarse en optimizar la dosificación y métodos de incorporación del grafeno, así como en evaluar su impacto a largo plazo en la durabilidad del concreto bajo condiciones extremas. Además, sería útil realizar un análisis de costo-beneficio para determinar la viabilidad económica del uso de grafeno en proyectos de construcción a gran escala. En resumen, el grafeno se



presenta como un aditivo prometedor para la industria de la construcción en la región de Puno, ofreciendo mejoras significativas en la permeabilidad y resistencia del concreto poroso, lo que podría llevar a la creación de infraestructuras más resilientes y sostenibles, adaptadas a las exigencias del entorno local.



CONCLUSIONES

- C.1. El diseño de la mezcla para un concreto permeable con una resistencia de 175 kg/cm² incluye proporciones específicas de cemento, agua, y agregados finos y gruesos, con un contenido de aire del 19%. Para mejorar las propiedades del concreto, se añadieron aditivos que incorporan aire y grafeno en concentraciones del 0.03% y 0.06%.
- C.2. El concreto permeable diseñado para tener una resistencia de 175 kg/cm² muestra un bajo asentamiento y poca trabajabilidad debido a la mezcla seca. La adición de aditivos incorporadores de aire y grafeno tiene un impacto mínimo en mejorar estas propiedades.
- C.3. La permeabilidad del concreto permeable varía según la adición de aditivos y grafeno. El concreto estándar tiene una permeabilidad promedio de 1.60 cm/seg. Con la incorporación de aditivos de aire al 0.03% y 0.06%, la permeabilidad aumenta a 1.75 cm/seg. Sin embargo, al agregar grafeno al 0.03% y 0.065%, la permeabilidad disminuye a 0.98 cm/seg. Por lo tanto, la mayor permeabilidad se logra con el aditivo incorporador de aire.
- C.4. La resistencia del concreto permeable estándar es de 177.53 kg/cm². Al añadir un aditivo incorporador de aire en concentraciones de 0.03% y 0.06%, la resistencia aumentó a 179.60 kg/cm² y 181.87 kg/cm², respectivamente. Por otro lado, con la incorporación de grafeno en las mismas concentraciones, la resistencia alcanzó 203.02 kg/cm² y 208.16 kg/cm², superando significativamente la resistencia del concreto estándar. Esto demuestra que el grafeno mejora notablemente las propiedades del concreto en su estado endurecido.



RECOMENDACIONES

- R.1. Se recomienda realizar el diseño de la mezcla de concreto utilizando agregados de canteras cercanas a la ciudad de Juliaca para evaluar su influencia en las propiedades del concreto.
- R.2. Se recomienda hacer el ensayo del slump, en combinación de elementos que se emplearan en la elaboración de concreto.
- R.3. Se recomienda evaluar los tiempos máximos y mínimos de la permeabilidad de los concreto que estén elaborados con elementos que son para la impermeabilidad.
- R.4. Se recomienda hacer el ensayo de flexión del concreto para que ayude a reforzar el conocimiento en el ámbito de la construcción.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Cabellos, O. D. (2018). *Resistencia mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm² con la adición de fibras de acero dramix y sika*. cajamarca: Universida Privada Del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/13479>
- Abellán-García, J., Fernández-Gómez, J. A., Torres-Castellanos, N., & Núñez-López, A. M. (2021). *Tensile Behavior of Normal-Strength Steel-Fiber Green Ultra-High-Performance Fiber-Reinforced Concrete*. alaska: ACI MATERIALS JOURNAL.
- Arequipa, A. (2022). Manual del Maestro Constructor . *El concreto*.
- Ávila, J., Egeuz, H., & Roa, O. (2019). *Evaluación del Comportamiento en Compresión de Morteros Reforzados con Óxido de Grafeno y Costos Inherentes al Proceso Productivo de Mezcla*. Ecuador: Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil. Obtenido de <http://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/>
- Baldoceda, J., & Vega, D. (2019). *Diseño de concreto de alta densidad reforzado con escoria de cobre para atenuar la transmisión de la radiación ionizante*. Lima-Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Barajas, E., & Buitrago, B. (2017). *Análisis comparativo del sistema de gestión de los pavimentos o mantenimiento vial de la ciudad de Bogotá con la ciudad de Sao Paulo*. Universidad Católica de Bogota. Bogota: UCatolica.
- Bartra Chujutally, D. E. (2019). *Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² Tarapoto, 2018*. Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39521>
- Casayco Fernández, C. A., & Morales Fabián, C. F. (2019). *Incorporación del óxido de grafeno para mejorar la resistencia a compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm²,*



- Lima, 2019. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46374>
- Castañeda Muñoz, R. E. (2018). *Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo -2018*. Trujillo: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/13800>
- Castillo Machaca, A., & Pancca Apaza, N. (2015). *Estudio comparativo de concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero Dramix en la ciudad de Juliaca*. Juliaca: Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/81>
- Chacón Mamani, V. (2014). *Hormigones con nano adiciones y fibras de acero*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid. doi:oai:oa.upm.es:32220
- Chávez, A., & Mendoza, J. (2021). *Análisis de las propiedades mecánicas del pavimento rígido incorporando virutas de aluminio reciclado en Ate 2021*. Universidad Cesar Vallejo. Lima: UCV.
- Coanqui Quispe, H. F. (2019). *Los concretos Optimizados y la Adición de un Refuerzo Plastificante para Edificaciones en la Ciudad de Juliaca*. Juliaca: UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2163>
- Coasaca, G. (2018). *Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando distintos métodos de diseños de mezclas con los materiales típicos de la provincia de Arequipa*. Arequipa - Perú: Universidad Católica de Santa María.
- Cubas, C., & Tafur, N. (2019). *Correlación entre el esfuerzo de compresión y el módulo de rotura en concretos autocompactantes, utilizando agregados de las canteras Tres Tomas y La Victoria de la región Lambayeque y su aplicación en pavimentos rígidos*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque: UNPRG.



- De La Cruz Mercado, W. R., & Quispe Ccahuin, W. R. (2014). *Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la Provincia de Huamanga - Ayacucho*. Huamanga: Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/239>
- Domínguez, J. (2015). *Manual de la investigación científica*. Chimbote, Perú: Universidad católica los ángeles.
- Galvis, F., & Vergara, L. (2017). *Efecto del uso de residuos de aluminio, adicionado en diferentes porcentajes en una mezcla de hormigon*. Universidad De Cartagena, Cartagena De Indias. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11227/6336>
- Guzmán Camacho, C. L. (2016). *Concreto permeable, ventajas y desventajas de su uso en vías urbanas de bajo tránsito, en comparación con el concreto hidráulico convencional como solución a los problemas de inundaciones en zonas aledañas al humedal de Jaboque, localidad de Engativá*. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/15662>
- Hernández, R., & Coello, S. (2008). *El paradigma cuantitativo de la investigación científica*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).
- Huaraya Mamani, K. B., & Jihuaña Huarachi, N. E. (2022). *Influencia del aditivo en diferentes porcentajes sobre las propiedades mecánicas e hidráulicas del concreto permeable, Puno – 2021*. Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91727>
- Marcelo, P. D. (2019). *Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la provincia y region de Pasco - 2019*. Cerro de Pasco - Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion.
- Masías, K. (2018). *Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso*. Universidad De Piura. Piura: UDEP. Obtenido de



https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3484/ICI_254.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Meza de Luna, A. (2015). *Optimización del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en pisos industriales, basado en análisis experimental y numérico*. Aguas calientes: Universidad Autónoma de Aguas Calientes. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11317/445>

Molina Lilian, Vera, N., Parrales, G., Laínez, A., & Clery, A. (2017). *Investigación aplicada en ciencias sociales*. Ecuador: Instituto de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico INCYT – UPSE.

Needhidasan, S., Vigneshwar, C., & Ramesh, B. (2020). *Amalgamation of E-waste plastics in concrete with super plasticizer for better strength*. india: Department of Civil Engineering, Saveetha School of Engineering, Saveetha Institute of Medical and Technical Sciences, Chennai, India.

Nicomedes. (2018). tipo de investigacion.

NTP. (2019). *Resistencia a la compresión (NTP 339.034)*.

Olofinnade, O., Ogara, J., Oyawoye, I., Ede, A., Ndambuki, J., Oyeyemi, K., & Nduka, D. (2019). *Mechanical properties of high strength eco-concrete containing crushed waste clay brick aggregates as replacement for sand*. Obtenido de 10.1088/1757-899X/640/1/012046

Paredes Sanomamani, A. (2023). *Influencia en el comportamiento mecánico del concreto hidráulico con el uso de aditivos en la Provincia de San Román*. Juliaca: Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/9370>

Parvina, C. (2020). *Adición de fibras de aluminio reciclado en bloques de concreto vibrado para mejorar las propiedades físico mecánica, Villa María-Lima 2020*. Universidad César Vallejo. Lima: UCV. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87826/Parvina_GCI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y



- Quispe Apaza, J. W. (2018). *Comportamiento Mecánico de un concreto convencional y un concreto con Fibras de acero WIRAND sometido a altas temperaturas de Incendio en la Ciudad de Juliaca*. Juliaca: UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ.
- Quispe, F., & Ortiz, M. (2020). *Análisis del comportamiento del concreto con la inclusión de escoria de cobre utilizando agregado de las canteras Icu y la poderosa de Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Sánchez Vásquez, J. P., & Sánchez Vásquez, N. A. (2021). *Análisis comparativo del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF1 y concreto reforzado con fibras de alambre N° 16 diseñado para losas de pavimento rígido de Lambayeque - Perú*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10007>
- Sánchez, H. (2014). *Efecto del Aditivo Superplastificante Sika Viscocrete en la Resistencia Mecánica del Concreto Autocompactante*. Universidad de Cajamarca.
- Sandoval Siesquen, F. E. (2022). *Efectos de la incorporación de fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto con aditivo plastificante, Lambayeque 2020*. lambayeque: UNIVERISDAD SEÑOR DE SIPAN. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/9655>
- Vara, A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima: USMP.
- Xie, N. (2016). *Innovative Developments of Advanced Multifunctional Nanocomposites in Civil and Structural Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/portland-cement-concrete>



ANEXOS



| Problemas | Objetivos | Hipótesis | Variables | Inst. de Medición |
|--|---|---|--|---|
| <p>Problema General: ¿Cuál será la incidencia del aditivo de incorporador de aire y grafeno en dosificaciones variables sobre las propiedades de un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, en la provincia de San Román?</p> | <p>Objetivo General: Determinar la incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno en dosificaciones variables sobre las propiedades de un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, en la provincia de San Román.</p> | <p>Hipótesis General: La incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno en dosificaciones variables sobre las propiedades de un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, será variable, ya que presenta diferentes tipos de propiedades los elementos.</p> | <p>Variable Independiente</p> <p>Concreto Permeable</p> | <p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p> |
| <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál será las proporciones de los elementos para un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, con agregados de la cantera Unocolla de la provincia de San Román?</p> <p>¿Cómo incide el aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el asentamiento del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$?</p> <p>¿Cómo incide el aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable $f'c=175\text{ kg/cm}^2$?</p> <p>¿Cómo incide el aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre la resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$?</p> | <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar las proporciones de los elementos para un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, con agregados de la cantera Unocolla de la provincia de San Román.</p> <p>Determinar la incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el asentamiento del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$.</p> <p>Determinar la incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable $f'c=175\text{ kg/cm}^2$.</p> <p>Determinar la incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre la resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$.</p> | <p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las proporciones de los elementos para un concreto permeable de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, serán óptimo para la construcción.</p> <p>La incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el asentamiento del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$, será un punto de trabajabilidad.</p> <p>La incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable $f'c=175\text{ kg/cm}^2$, será variable ya que ambos elementos son distintos.</p> <p>La incidencia del aditivo incorporador de aire y grafeno, sobre la resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=175\text{kg/cm}^2$, será positivo.</p> | <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Aditivo incorporador de aire.</i> • <i>Grafeno</i> <p>Variable Dependiente</p> <p><i>Propiedades del concreto</i></p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Asentamiento</i> • <i>Coficiente de permeabilidad</i> • <i>Resistencia a la compresión (kg/cm²)</i> | |



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



PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHACA

CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 13 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>483.62</u> |
| N° 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u> |
| N° 8 | 135.29 | 27.06 | 27.06 | 72.94 | Wc | -Peso del picnómetro con agua <u>1316.02</u> |
| N° 16 | 107.26 | 21.45 | 48.51 | 51.49 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua <u>1815.32</u> |
| N° 30 | 104.62 | 20.92 | 69.43 | 30.57 | PESO ESPECÍFICO | |
| N° 50 | 95.62 | 19.12 | 88.56 | 11.44 | Wc+B = | <u>1816</u> |
| N° 100 | 34.21 | 6.84 | 95.40 | 4.60 | Wc+B-W = | <u>201</u> |
| N° 200 | 8.32 | 1.66 | 97.06 | 2.94 | Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$ | = <u>2.49</u> gr/cm ³ |
| FONDO | 14.68 | 2.94 | 100.00 | 0.00 | ABSORCIÓN | |
| SUMA | 500.00 | 100.00 | | | B = | <u>500.00</u> |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | B-A = | <u>16.38</u> |
| MF = MÓDULO DE FINEZA <u>3.29</u> | | | | | Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | = <u>3.39</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>775.63</u> |
| 1 1/2" | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u> |
| 1" | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | Wc | -Peso del picnómetro con agua <u>1316.02</u> |
| 3/4" | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | W | -Peso del Pic. + muestra + agua <u>1776.32</u> |
| 1/2" | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PESO ESPECÍFICO | |
| 3/8" | 1246 | 35.60 | 35.60 | 64.40 | Wc+B = | <u>2116</u> |
| 1/4" | | | | | Wc+B-W = | <u>340</u> |
| N° 4 | 2254 | 64.40 | 100.00 | 0.00 | Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$ | = <u>2.36</u> gr/cm ³ |
| FONDO | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | ABSORCIÓN | |
| SUMA | 3500.00 | 100.00 | | | B = | <u>800.00</u> |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | B-A = | <u>24.37</u> |
| | | | | | Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ | = <u>3.14</u> % |

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO
 M.S.C.A.
 JEFEATURA
 JULIACA

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

BIE : B006-00296468



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 : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHACA

CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 13 DE SETIEMBRE DEL 2023

| MUESTRA : AGREGADO FINO | |
|---|--------|
| N° DE TARRO | 1 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.) | 510.12 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.) | 482.35 |
| PESO DEL TARRO (gr.) | 43.52 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.) | 466.60 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.) | 438.83 |
| PESO DEL AGUA (gr.) | 27.77 |
| % HUMEDAD | 6.33 |

| MUESTRA : AGREGADO GRUESO | |
|---|--------|
| N° DE TARRO | 2 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.) | 638.32 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.) | 614.21 |
| PESO DEL TARRO (gr.) | 43.64 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.) | 594.68 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.) | 570.57 |
| PESO DEL AGUA (gr.) | 24.11 |
| % HUMEDAD | 4.23 |

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Ing. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

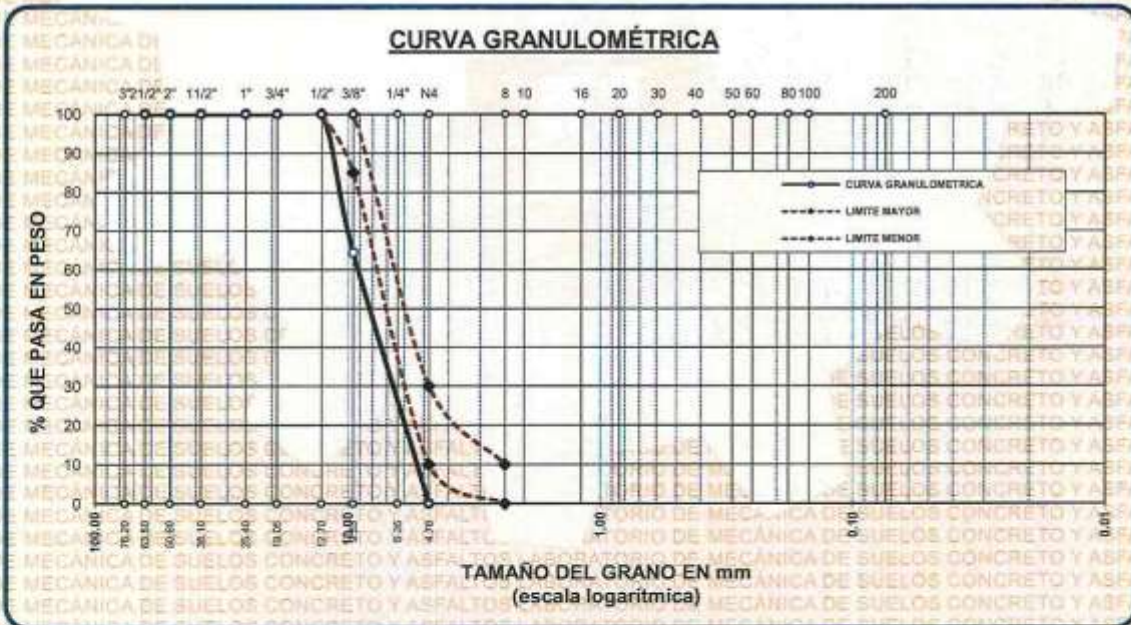
SOLICITANTE : Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHACA

CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 13 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 | 0.00 | 100.00 | | Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/8" |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | OBSERVACIONES: |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 3/4" | 19.050 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1/2" | 12.700 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100%T | |
| 3/8" | 9.525 | 1246.00 | 35.60 | 35.60 | 64.40 | 85 - 100 % | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 2254.00 | 64.40 | 100.00 | 0.00 | 10 - 30 % | |
| BASE | | 0.00 | 0.00 | 100.0 | 0.0 | | |
| TOTAL | | 3500.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 0.00 | | | | | |



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yano Torres
CIS 107267



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHACA

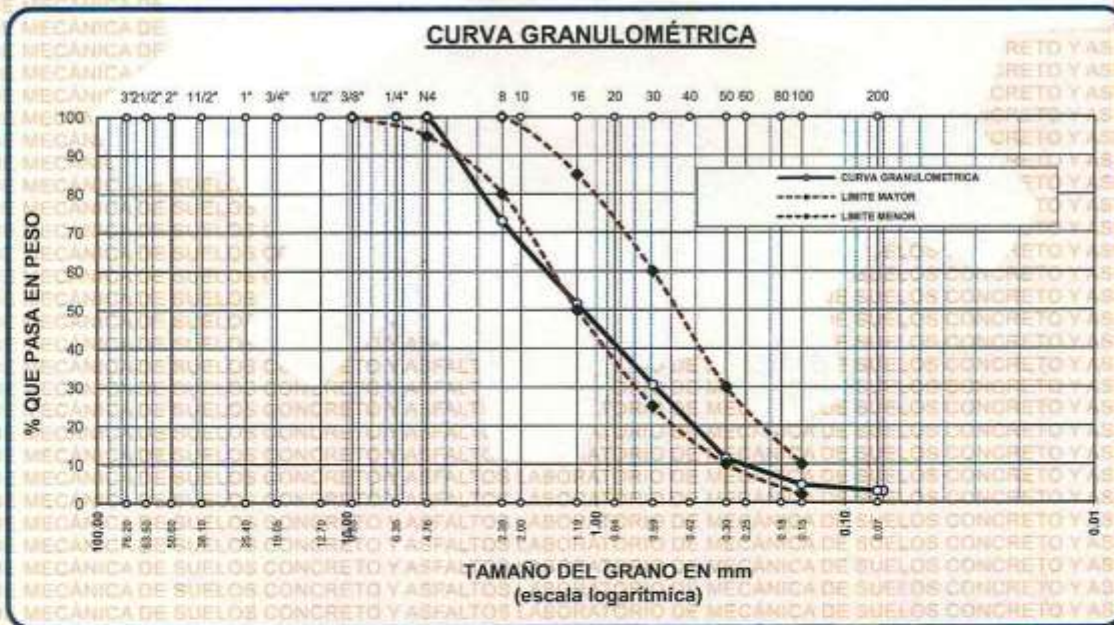
CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 13 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 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 80 - 100 % | Módulo de Fineza = 3.29 |
| No8 | 2.380 | 135.29 | 27.06 | 27.06 | 72.94 | | |
| No10 | 2.000 | | | | | | |
| No16 | 1.190 | 107.26 | 21.45 | 48.51 | 51.49 | 50 - 85 % | |
| No20 | 0.840 | | | | | | |
| No30 | 0.590 | 104.62 | 20.92 | 69.43 | 30.57 | 25 - 60 % | |
| No40 | 0.420 | | | | | | |
| No 50 | 0.300 | 95.62 | 19.12 | 88.56 | 11.44 | 10 - 30 % | |
| No60 | 0.250 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | 34.21 | 6.84 | 95.40 | 4.60 | 2-10% | |
| No200 | 0.074 | 8.32 | 1.66 | 97.06 | 2.94 | | |
| BASE | | 14.68 | 2.94 | 100 | 0.00 | | |
| TOTAL | | 500.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 2.94 | | | | | |

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 M^{gr.} Arnaldo Yana Torres
 CIP 101257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHACA

CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 13 DE SETIEMBRE DEL 2023

| DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO) | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| PESO DEL MOLDE | 1597 gr | 1597 gr | 1597 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 | 5986.00 gr | 5975.00 gr | 5963.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA | 4389.00 gr | 4378.00 gr | 4366.00 gr |
| DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA | 2.113 gr/cm ³ | 2.107 gr/cm ³ | 2.102 gr/cm ³ |
| PROMEDIO | 2.107 gr/cm ³ | | |

| DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO) | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| PESO DEL MOLDE | 1597 gr | 1597 gr | 1597 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 | 6342.00 gr | 6331.00 gr | 6327.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA | 4745.00 gr | 4734.00 gr | 4730.00 gr |
| DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA | 2.284 gr/cm ³ | 2.279 gr/cm ³ | 2.277 gr/cm ³ |
| PROMEDIO | 2.280 gr/cm ³ | | |

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

M.Sc. A. JEFATURA

Mjr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHACA

CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 13-DE-SEPTIEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

| | | | |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| PESO DEL MOLDE | 1860 gr | 1860 gr | 1860 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 | 7175.00 gr | 7163.00 gr | 7158.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA | 5315.00 gr | 5303.00 gr | 5298.00 gr |
| DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA | 1.661 gr/cm ³ | 1.657 gr/cm ³ | 1.655 gr/cm ³ |
| PROMEDIO | 1.658 gr/cm ³ | | |

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

| | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| PESO DEL MOLDE | 1860 gr | 1860 gr | 1860 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 | 7692.00 gr | 7684.00 gr | 7649.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA | 5832.00 gr | 5824.00 gr | 5789.00 gr |
| DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA | 1.822 gr/cm ³ | 1.820 gr/cm ³ | 1.809 gr/cm ³ |
| PROMEDIO | 1.817 gr/cm ³ | | |

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 EICP - CARRERA INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. IERAFUBA
 Juliaca
 Mg. Arnaldo Yana Torres
 C.I.P. 313257



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



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 175 Kg./cm.²

PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHACA

CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 13 DE SETIEMBRE DEL 2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI-R522r-10

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = **175 Kg./cm.²** a los 28 días entonces la resistencia promedio F'cr = **259 Kg./cm.²**

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 0"

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI PORTLAND 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: **3/8" (9.53mm)**

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO | AGREGADO FINO |
|-------------------------|-----------------|---------------|
| P.e de Sólidos | | |
| P.e SSS | 2.36 | 2.49 |
| P.e Bulk | | |
| P.U. Vanillado | 1650 | 1740 |
| P.U. Suelto | 1505 | 1608 |
| % de Absorción | 3.14 | 3.39 |
| % de Humedad Natural | 4.23 | 6.33 |
| Modulo de Fineza | - | 3.29 |

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. La relación agua cemento se obtiene de las tablas proporcionadas por el ACI 522: **0.40**
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un DMN: **3/8" (9.53mm)**
3. Contenido de vacíos: **USO N° 8 Cv = 19 %**
4. Determinación de volumen de pasta: **= 0.23** Ligeramente compactado
5. Cálculo de volúmenes

Vol. A. Grueso (Vag) = $1 - (Vp + Cv)$

Vol. A. Grueso (Vag) = **0.58**



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CIP. INGENIERÍA CIVIL

BIE : B006-00296468



$$A. \text{ grueso} = 1448.506 \text{ kg}$$

6. Cantidad de cemento

$$\text{Cemento} = 306.31 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen de cemento} = 0.107 \text{ m}^3$$

$$\text{Cont. de Agua} = 122.52 \text{ kg}$$

$$\text{Vol. de Agua} = 0.123 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total de sólidos} = 0.81 \text{ m}^3$$

7. Considerando un Porcentaje de Finos

$$\text{Porcentaje de Finos:} = 5 \%$$

$$\text{Vol. A. Grueso (Vag)} = 0.551 \quad \text{Vol. A. Grueso (Vag):} = 0.029$$

$$A. \text{ grueso} = 1376.081 \text{ kg} \quad A. \text{ fino} = 73.57 \text{ kg}$$

Confirmar porcentajes de vacíos

19 % OK

8. Corrección por absorción, humedad y aportes

$$\text{Aporte A. Grueso} \quad 1376 \quad * \quad 0.012 \quad = \quad 16.51$$

$$\text{Aporte A. Fino} \quad 73.57 \quad * \quad 0.041 \quad = \quad 3.02$$

$$\text{Total Aportes} = 19.528$$

$$\text{Agua Efectiva} \quad 103.121 \text{ lt/m}^3$$

Valores de diseño corregidos por humedad:

$$A. \text{ Grueso Húmedo} \quad 1376 \quad * \quad 1.046 \quad = \quad 1439.381 \text{ kg/m}^3$$

$$A. \text{ Grueso Fino} \quad 73.57 \quad * \quad 1.008 \quad = \quad 74.159 \text{ kg/cm}^3$$

DOSIFICACIÓN

| AGREGADO | DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³) | PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO | DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³) |
|---------------|--|---------------------------------|--|
| Cemento | 306.308 | 1.000 | 306.308 |
| Agua | 122.523 | 0.400 | 103.121 |
| Agreg. Grueso | 1376.081 | 4.492 | 1439.381 |
| Agreg. Fino | 73.570 | 0.240 | 74.159 |
| Aire | 19.0 % | | 19.0 % |

7.21 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FICP - CAJ. INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

BIE: B006-00296468



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: INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: Bach. LUZ CLARITA LARIÑO MACHACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: SETIEMBRE DEL 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO CONVENCIONAL

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------|-------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 22153 | 14.98 | 176.24 | 125.70 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 71.83 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 22095 | 14.98 | 176.24 | 125.37 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 71.64 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 22207 | 15.01 | 176.95 | 125.50 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 71.71 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 22064 | 14.98 | 176.24 | 125.19 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 71.54 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 22109 | 14.98 | 176.24 | 125.45 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 71.68 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 125.44 | | | | | 71.68 |

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|-----------|------|-------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 25461 | 14.98 | 176.24 | 144.46 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 82.55 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 25874 | 14.98 | 176.24 | 146.81 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 83.89 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 24987 | 15.01 | 176.95 | 141.21 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 80.69 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 24931 | 15.01 | 176.95 | 140.89 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 80.51 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 25531 | 14.98 | 176.24 | 144.86 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 82.76 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 143.65 | | | | | 82.08 |

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------|--------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31213 | 15.01 | 176.95 | 178.39 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 100.80 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31821 | 15.01 | 176.95 | 179.83 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 102.76 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 30964 | 14.98 | 176.24 | 175.69 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 100.39 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 30874 | 14.98 | 176.24 | 175.18 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 100.10 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31954 | 15.01 | 176.95 | 180.58 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 103.19 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 177.53 | | | | | 101.45 |

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL

 Mg. Arnaldo Tiana Torres
 C.R. 403257

BIE : B006-00296468



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: INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHAGA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV, JULIACA
FECHA: SETIEMBRE DEL 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICION DE INCORPORADOR DE AIRE AL 0.03%

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------|-------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 24035 | 15.01 | 176.95 | 135.83 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 77.62 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 23951 | 14.98 | 176.24 | 135.90 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 77.66 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 23564 | 14.98 | 176.24 | 133.70 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 76.40 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 23645 | 14.98 | 176.24 | 134.16 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 76.66 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 23671 | 15.01 | 176.95 | 133.77 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 76.44 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 134.67 | | | | | 76.96 |

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|-----------|------|-------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 25461 | 15.01 | 176.95 | 143.89 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 82.22 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 26841 | 15.01 | 176.95 | 151.69 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 86.68 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 26185 | 14.98 | 176.24 | 148.57 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 84.90 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 26474 | 14.98 | 176.24 | 150.21 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 85.84 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 25984 | 15.01 | 176.95 | 146.84 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 83.91 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 148.24 | | | | | 84.71 |

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------|--------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31542 | 15.01 | 176.95 | 178.25 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 101.86 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31675 | 14.98 | 176.24 | 179.72 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 102.70 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31452 | 14.98 | 176.24 | 178.46 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 101.98 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31954 | 14.98 | 176.24 | 181.31 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 103.60 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31896 | 15.01 | 176.95 | 180.25 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 103.00 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 179.60 | | | | | 102.63 |

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

M.Sc.A. JEFATURA
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIF: 103252



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: INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHACA

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

FECHA: SETIEMBRE DEL 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICION DE INCORPORADOR DE AIRE AL 0.06%

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------|-------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 25971 | 15.01 | 176.95 | 146.77 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 83.87 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 24861 | 14.98 | 176.24 | 141.06 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 80.61 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 25612 | 14.98 | 176.24 | 145.32 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 83.04 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 24652 | 14.98 | 176.24 | 139.87 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 79.93 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 25632 | 15.01 | 176.95 | 144.85 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 82.77 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 143.58 | | | | | 82.04 |

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|-----------|------|-------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 26844 | 14.98 | 176.24 | 152.31 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 87.04 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 27185 | 14.98 | 176.24 | 154.13 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 88.08 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 26548 | 15.01 | 176.95 | 150.03 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 85.73 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 26992 | 14.98 | 176.24 | 153.15 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 87.52 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 27032 | 14.98 | 176.24 | 153.38 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 87.64 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 152.60 | | | | | 87.20 |

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------|--------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32261 | 15.01 | 176.95 | 182.32 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 104.18 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32016 | 15.01 | 176.95 | 180.93 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 103.39 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32112 | 14.98 | 176.24 | 182.20 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 104.12 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32169 | 14.98 | 176.24 | 182.53 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 104.30 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32095 | 15.01 | 176.95 | 181.36 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 103.65 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 181.87 | | | | | 103.93 |

OBSERVACIONE

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CIP, INGENIERÍA CIVIL

M^{tr.} Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: Bach. LUZ CLARITA LARIÑO MACHACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: SETIEMBRE DEL 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICIÓN DE GRAFENO AL 0.03%

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------|-------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 28125 | 15.01 | 176.95 | 158.94 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 90.82 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 27965 | 14.98 | 176.24 | 158.67 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 90.67 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 28345 | 14.98 | 176.24 | 160.83 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 91.90 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 27957 | 15.01 | 176.95 | 157.99 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 90.26 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 28264 | 14.98 | 176.24 | 160.37 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 91.64 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 159.36 | | | | | 91.06 |

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|-----------|------|--------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32612 | 14.98 | 176.24 | 185.04 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 105.74 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31965 | 14.98 | 176.24 | 181.37 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 103.64 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32461 | 15.01 | 176.95 | 183.45 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 104.83 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31997 | 15.01 | 176.95 | 180.82 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 103.33 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32562 | 14.98 | 176.24 | 184.75 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 105.57 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 183.09 | | | | | 104.62 |

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------|--------|
| | | Kg | cm | cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 36421 | 14.98 | 176.24 | 206.65 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 118.09 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 35962 | 14.98 | 176.24 | 204.05 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 116.60 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 35362 | 15.02 | 177.19 | 199.58 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 114.04 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 36127 | 14.98 | 176.24 | 204.98 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 117.13 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 35362 | 15.01 | 176.95 | 199.84 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 114.20 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 203.02 | | | | | 116.01 |

BSERVACIONE:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

M^{tr.} Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES 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 : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHAGA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICION DE GRAFENO AL 0.06%

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|-------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 28751 | 15.01 | 176.95 | 162.48 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 92.85 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29026 | 14.98 | 176.24 | 164.69 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 94.11 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 28801 | 14.98 | 176.24 | 163.42 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 93.38 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 28903 | 15.01 | 176.95 | 163.34 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 93.34 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 27998 | 14.98 | 176.24 | 158.86 | 175 | 20/09/2023 | 26/09/2023 | 7 | 90.78 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 162.56 | | | | | 92.89 |

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|-----------|------|--------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33511 | 14.98 | 176.24 | 190.14 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 108.65 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33621 | 14.98 | 176.24 | 190.78 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 109.01 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 34008 | 15.01 | 176.95 | 192.19 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 109.82 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33712 | 15.01 | 176.95 | 190.52 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 108.87 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 34206 | 14.98 | 176.24 | 194.08 | 175 | 20/09/2023 | 3/10/2023 | 14 | 110.90 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 191.54 | | | | | 109.45 |

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|--------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 36243 | 14.98 | 176.24 | 205.64 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 117.51 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 37012 | 14.98 | 176.24 | 210.00 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 120.00 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 36951 | 15.02 | 177.19 | 208.54 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 119.17 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 36549 | 14.98 | 176.24 | 207.38 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 118.50 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 37027 | 15.01 | 176.95 | 209.25 | 175 | 20/09/2023 | 17/10/2023 | 28 | 119.57 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 208.16 | | | | | 118.95 |

BSERVACIONE:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELÁSQUEZ"
 FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL

Mtr. Araldo 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



ENSAYO DE PERMEABILIDAD

INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO

EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
Bach. LUZ CLARITA LARICO MACHACA
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
OCTUBRE DEL 2023

PROYECTO
SOLICITANTE
LUGAR
FECHA

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | Fecha de Ensayo | FC Kg/cm2 | Diámetro de la muestra φ | Tiempo (Seg) | Longitud de la muestra (cm) | Área de la muestra (cm ²) A | Área del cilindro de carga (cm ²) a | Alt. De la columna de agua (cm) h1 | Alt. De la tubería de salida (cm) h2 | Coeficiente de permeabilidad | |
|----|---|-----------------|--------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|--|--|---------------------------------------|---|------------------------------|---------------|
| | | | | | | | | | | | (cm/seg) k | (mm/seg) k |
| 1 | MUESTRA 1 CONCRETO PATRÓN PERMEABLE | 19/10/2023 | 175 | 14.62 | 10.00 | 30.00 | 167.87 | 19.63 | 92 | 1 | 1.59 | 15.86 |
| 2 | MUESTRA 2 CONCRETO PATRÓN PERMEABLE | 19/10/2023 | 175 | 14.35 | 10.00 | 30.00 | 161.73 | 19.63 | 84 | 1 | 1.61 | 16.13 |
| 3 | MUESTRA 3 CPP + 0.03% INCORPORADOR DE AIRE | 19/10/2023 | 175 | 14.82 | 12.00 | 30.00 | 172.50 | 19.63 | 385 | 1 | 1.69 | 16.94 |
| 4 | MUESTRA 4 CPP + 0.03% INCORPORADOR DE AIRE | 19/10/2023 | 175 | 15.23 | 11.00 | 30.00 | 182.18 | 19.63 | 421 | 1 | 1.78 | 17.76 |
| 5 | MUESTRA 5 CPP + 0.06% INCORPORADOR DE AIRE | 19/10/2023 | 175 | 15.06 | 13.00 | 30.00 | 176.13 | 19.63 | 431 | 1 | 1.54 | 15.43 |
| 6 | MUESTRA 6 CPP + 0.06% INCORPORADOR DE AIRE | 19/10/2023 | 175 | 12.35 | 14.00 | 30.00 | 119.79 | 19.63 | 486 | 1 | 2.17 | 21.72 |
| 7 | MUESTRA 7 CPP + 0.03% GRAFENO | 19/10/2023 | 175 | 16.45 | 14.00 | 30.00 | 212.53 | 19.63 | 160 | 1 | 1.00 | 10.04 |
| 8 | MUESTRA 8 CPP + 0.03% GRAFENO | 19/10/2023 | 175 | 16.05 | 15.00 | 30.00 | 202.32 | 19.63 | 185 | 1 | 1.01 | 10.13 |
| 9 | MUESTRA 9 CPP + 0.06% GRAFENO | 19/10/2023 | 175 | 15.86 | 14.00 | 30.00 | 197.56 | 19.63 | 83 | 1 | 0.94 | 9.41 |
| 10 | MUESTRA 10 CPP + 0.06% GRAFENO | 19/10/2023 | 175 | 15.45 | 15.00 | 30.00 | 187.49 | 19.63 | 96 | 1 | 0.96 | 9.56 |

INVESTIGADORA EN CIENCIAS PURAS
FOP - CAP (PERMEABILIDAD)
Ing. Luz Clarita Larico Machaca





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 19-08-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: LUZ CLARITA LARICO MACHACA

Dirección: CALLE NUEVA MZ. I LT.11

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75249359

Teléfono: 974 401 456 email: luzlarico227@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación [] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [] Trabajo Académico []

Título: INCIDENCIA DEL EMPLEO DE INCORPORADOR DE AIRE Y GRAFENO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): ASENTAMIENTO, PERMEABILIDAD, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

19-08-2024

Fecha