



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ
PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS
PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL
EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ
PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS
PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL
EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

TESIS PRESENTADA POR:


Bach. JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE


:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

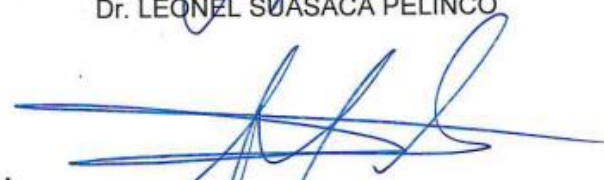
:



Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:



Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 445 2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 12 de junio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 6492 presentado por el (la) Bachiller: **JHONATAN ELVIS YTO MACHACA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JHONATAN ELVIS YTO MACHACA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

RESUELVE:

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

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

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

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JHONATAN ELVIS YTO MACHACA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Lunes 17 de junio del 2024
- * **HORA** : 8:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DECANO
Dr. Milton Quispe Huanca
C.I. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN
DIRECTOR
Dr. Efraín Parillo Sosa
C.I. 47790
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 169-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 3548 presentado por el señor (a) **JHONATAN ELVIS YTO MACHACA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 247 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 030- 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **JHONATAN ELVIS YTO MACHACA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 030- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **JHONATAN ELVIS YTO MACHACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

[Firma]
MILTHON QUISEP HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

cc:
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 056-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-00468, presentado por el señor (a) **JHONATAN ELVIS YTO MACHACA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 072-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 024-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **JHONATAN ELVIS YTO MACHACA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 024-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **JHONATAN ELVIS YTO MACHACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

MILITÓN GUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

cc:
Archivo 2024
Interesado (a)



INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

17 %

FUENTES DE INTERNET

1 %

PUBLICACIONES

11 %

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 | 3 % |
| 3 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 2 % |
| 4 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 5 | repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 6 | repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 7 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | 1 % |



repositorio.undac.edu.pe



| Título de la tesis | |
|--|---|
| INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO | |
| Datos de autor | |
| Nombres y apellidos | Jhonatan Elvis Yto Machaca |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 76271832 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0009-7165-1576 |
| Datos de asesor | |
| Nombres y apellidos | Efrain Parillo Sosa |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 02416058 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0000-0001-7567-039X |
| Datos del jurado | |
| Presidente del jurado | |
| Nombres y apellidos | Milthon Quispe Huanca |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02424528 |
| Miembro del jurado 1 | |
| Nombres y apellidos | Leonel Suasaca Pelinco |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 40865558 |
| Miembro del jurado 2 | |
| Nombres y apellidos | Arnaldo Yana Torres |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 41414676 |



| | |
|--|--|
| Línea de investigación | Tecnología de Materiales - P17 |
| Grupo de investigación | No aplica. |
| Agencia de financiamiento | Sin financiamiento |
| Ubicación geográfica de la investigación | País: Perú Departamento: Puno Provincia: Azángaro Distrito: Azángaro Latitud: S 14° 54' 35" Longitud: O 70° 11' 50" https://maps.app.goo.gl/fQ58MGhYJXUgJ8zw6 |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | Marzo 2024 - Junio 2024 |
| URL de disciplinas OCDE *- - 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. Edwin Pajillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JHONATAN ELVIS YTO MACHACA, identificado con DNI Nro. 76271832, 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:

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 08 de julio del 2024


Firma del Asesor (obligatoria)


Firma del Estudiante (obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A Jehová



AGRADECIMIENTO

A mi Dios.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

| | |
|---|----------|
| 1.1 ANÁLISIS DE LA 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..... | 2 |
| 1.3.1Objetivo General..... | 2 |
| 1.3.2Objetivos Específicos..... | 2 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 1.4.1Justificación Técnica..... | 3 |
| 1.4.2Justificación Social..... | 3 |
| 1.4.3Justificación ambiental..... | 4 |
| 1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 4 |
| 1.5.1Hipótesis General..... | 4 |
| 1.5.2Hipótesis Específicas..... | 4 |
| 1.6 VARIABLES E INDICADORES..... | 5 |
| 1.6.1Variable Independiente..... | 5 |
| 1.6.2Variable Dependiente..... | 5 |
| 1.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... | 5 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|--|----------|
| 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 7 |
| 2.1.1Antecedentes Internacionales..... | 7 |
| 2.1.2Antecedente Nacional..... | 9 |



| | | |
|------------|---|-----------|
| 2.1.3 | Antecedentes regionales..... | 12 |
| 2.2 | BASES TEÓRICAS..... | 13 |
| 2.2.1 | Concreto..... | 13 |
| 2.2.1.1 | <i>Clasificación del concreto.....</i> | 14 |
| 2.2.1.2 | <i>Propiedades físicas del concreto.....</i> | 16 |
| 2.2.1.3 | <i>Propiedades mecánicas del concreto.....</i> | 20 |
| 2.2.2 | Cemento..... | 22 |
| 2.2.2.1 | <i>Tipos de Cemento Portland:.....</i> | 26 |
| 2.2.3 | Agregados..... | 27 |
| 2.2.3.1 | <i>Agregado grueso:.....</i> | 27 |
| 2.2.3.2 | <i>Agregado fino:.....</i> | 28 |
| 2.2.3.3 | <i>Agregados según su procedencia.....</i> | 29 |
| 2.2.3.4 | <i>Propiedades físicas del agregado.....</i> | 30 |
| 2.2.3.5 | <i>Propiedades mecánicas del agregado.....</i> | 30 |
| 2.2.4 | Piedra pómez..... | 31 |
| 2.2.4.1 | <i>Origen de la piedra pómez.....</i> | 31 |
| 2.2.4.2 | <i>Influencia de la piedra pómez en el concreto fresco.....</i> | 32 |
| 2.2.4.3 | <i>Efecto de la piedra pómez en la resistencia.....</i> | 32 |
| 2.2.5 | Sillar..... | 33 |
| 2.2.5.1 | <i>Propiedades del sillar.....</i> | 34 |
| 2.2.6 | Diseño de mezclas..... | 35 |
| 2.2.6.1 | <i>Principios Básicos del Método ACI 211.....</i> | 36 |
| 2.2.6.2 | <i>Procedimiento General del Método ACI 211.....</i> | 38 |
| 2.3 | MARCO CONCEPTUAL..... | 39 |
| 2.3.1 | Agregado..... | 39 |
| 2.3.2 | Asentamiento..... | 39 |
| 2.3.3 | Cemento..... | 39 |
| 2.3.4 | Concreto..... | 40 |
| 2.3.5 | Piedra pómez pulverizada..... | 40 |
| 2.3.6 | Resistencia a la compresión..... | 40 |
| 2.3.7 | Sillar reciclado..... | 40 |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.1 | DISEÑO DE INVESTIGACIÓN..... | 41 |
| 3.2 | MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 42 |
| 3.3 | TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN..... | 42 |
| 3.3.1 | Tipo de investigación..... | 42 |
| 3.3.2 | Nivel de Investigación..... | 42 |
| 3.4 | MUESTRA Y POBLACIÓN..... | 43 |



| | |
|--|-----------|
| 3.4.1 Muestra | 43 |
| 3.4.2 Población | 43 |
| 3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA OBTENCIÓN DE DATOS | 44 |
| 3.5.1 Técnicas | 44 |
| 3.5.2 Instrumentos | 44 |
| 3.6 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS | 45 |
| 3.6.1 Desarrollo del plan | 45 |
| 3.7 PROCESAMIENTO DE DATOS | 48 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | |
|---|------------|
| 4.1 RESULTADOS OBTENIDOS..... | 49 |
| 4.1.1 Resultados concernientes al diseño de mezcla de un concreto convencional, según diseño de mezclas..... | 54 |
| 4.1.2 Resultados concernientes al asentamiento del concreto con la adición de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado..... | 58 |
| 4.1.3 Resultados concernientes a la resistencia del concreto con adición de la piedra pómez pulverizada y sillar reciclado..... | 60 |
| 4.1.3.1 <i>Cuadro comparativo de resistencias del concreto en tiempos de 7, 14 y 28 días de endurecimiento.</i> | 92 |
| 4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 93 |
| CONCLUSIONES..... | 97 |
| RECOMENDACIONES..... | 98 |
| REFERENCIAS..... | 99 |
| ANEXOS | 102 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Operacionalización de variables..... | 6 |
| Tabla 2 Granulometría del AG..... | 49 |
| Tabla 3 Granulometría del AF..... | 50 |
| Tabla 4 Contenido Humedad..... | 51 |
| Tabla 5 AF (suelto)..... | 53 |
| Tabla 6 AG (suelto)..... | 53 |
| Tabla 7 AF (Compactado)..... | 53 |
| Tabla 8 AG (Compactado)..... | 54 |
| Tabla 9 Características de agregados..... | 54 |
| Tabla 10 Dosificación del diseño en estados seco..... | 56 |
| Tabla 11 Proporción por m3..... | 56 |
| Tabla 12 Dosificación de la piedra pómez pulverizada..... | 57 |
| Tabla 13 Dosificación del sillar reciclado..... | 58 |
| Tabla 14 Consistencia del concreto + piedra pómez pulverizada..... | 58 |
| Tabla 15 Asentamiento del concreto + sillar reciclado..... | 59 |
| Tabla 16 Ensayo de resistencia del concreto a 7 días..... | 60 |
| Tabla 17 Ensayo de resistencia del concreto a 14 días..... | 62 |
| Tabla 18 Ensayo de resistencia del concreto a 28 días..... | 63 |
| Tabla 19 Ensayo de resistencia del concreto + piedra pómez pulverizada al 0.8%, en 7 días..... | 65 |
| Tabla 20 Ensayo de resistencia del concreto + piedra pómez pulverizada al 0.8%, en 14 días..... | 66 |
| Tabla 21 Ensayo de resistencia del concreto + piedra pómez pulverizada al 0.8%, en 28 días..... | 68 |
| Tabla 22 Esfuerzo del concreto con piedra pómez pulverizada al 1%, a 7 días..... | 69 |
| Tabla 23 Resistencia del concreto con piedra pómez pulverizada al 1%, a 14 días..... | 71 |
| Tabla 24 Esfuerzo del concreto con piedra pómez pulverizada al 1%, a 28 días..... | 72 |
| Tabla 25 Esfuerzo del concreto con piedra pómez pulverizada al 1.2%, a 7 días..... | 74 |
| Tabla 26 Resistencia del concreto con piedra pómez pulverizada al 1.2%, a 14 días..... | 75 |
| Tabla 27 Resistencia del concreto con piedra pómez pulverizada al 1.2%, a 28 días..... | 77 |
| Tabla 28 Esfuerzo del concreto con sillar reciclado al 0.5% a los 7 días..... | 78 |
| Tabla 29 Esfuerzo del concreto con sillar reciclado al 0.5% a 14 días..... | 80 |
| Tabla 30 Esfuerzo del concreto con sillar reciclado al 0.5% a 28 días..... | 81 |



| | |
|--|----|
| Tabla 31 Resistencia del concreto con sillar reciclado al 1% a 7 días. | 83 |
| Tabla 32 Resistencia del concreto + sillar reciclado al 1% a los 14 días. | 84 |
| Tabla 33 Esfuerzo del concreto con sillar reciclado al 1% a 28 días..... | 86 |
| Tabla 34 Esfuerzo del concreto con sillar reciclado al 1.5% a los 7 días. | 87 |
| Tabla 35 Resistencia del concreto con sillar reciclado al 1.5% a 14 días. | 89 |
| Tabla 36 Resistencia del concreto con sillar reciclado al 1.5% a los 28 días..... | 90 |
| Tabla 37 Cuadro comparativo del comportamiento de las resistencias alcanzadas. | 92 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Ensayo del slump..... | 19 |
| Figura 2 Ensayo fuerza a compresión..... | 20 |
| Figura 3 Muestras a elaborarse. | 43 |
| Figura 4 Curva granulométrica..... | 50 |
| Figura 5 Curva granulométrica..... | 51 |
| Figura 6 Dosificaciones del diseño de mezclas | 56 |
| Figura 7 Dosificaciones del diseño..... | 57 |
| Figura 8 Asentamiento de concreto | 59 |
| Figura 9 Asentamiento de concreto | 60 |
| Figura 10 Capacidad alcanzada a 7 días, prueba estándar..... | 61 |
| Figura 11 Porcentaje logrado del concreto estándar en 7 días..... | 61 |
| Figura 12 Capacidad alcanzada a 14 días, prueba estándar..... | 62 |
| Figura 13 Porcentaje logrado del concreto estándar en 7 días..... | 63 |
| Figura 14 Capacidad alcanzada a 28 días, prueba estándar..... | 64 |
| Figura 15 Porcentaje logrado del concreto estándar en 28 días..... | 64 |
| Figura 16 Capacidad alcanzada a 7 días, concreto + 0.8% de piedra pómez pulverizada..... | 65 |
| Figura 17 Porcentaje logrado del concreto + 0.8%, de piedra pómez pulverizada, en 7 días. | 66 |
| Figura 18 Capacidad alcanzada a 14 días, concreto + 0.8% de piedra pómez pulverizada..... | 67 |
| Figura 19 Porcentaje logrado del concreto + 0.8%, de piedra pómez pulverizada, en 14 días. | 67 |
| Figura 20 Capacidad alcanzada a 28 días, concreto + 0.8% de piedra pómez pulverizada..... | 68 |
| Figura 21 Porcentaje logrado del concreto + 0.8%, de piedra pómez pulverizada, en 28 días. | 69 |
| Figura 22 Resistencia a 7 días, del concreto, con 1% de piedra pómez pulverizada. | 70 |
| Figura 23 Porcentaje alcanzada del concreto con 1%, de piedra pómez pulverizada, a 7 días. | 70 |
| Figura 24 Resistencia a 14 días, del concreto, con 1% de piedra pómez pulverizada. | 71 |
| Figura 25 Porcentaje alcanzada del concreto con 1%, de piedra pómez pulverizada, a los 14 días. ... | 72 |
| Figura 26 Resistencia a 28 días, del concreto, con 1% de piedra pómez pulverizada. | 73 |
| Figura 27 % alcanzada del concreto con 1%, de piedra pómez pulverizada, a los 28 días. | 73 |
| Figura 28 Resistencia a 7 días, del concreto, con 1.2% de piedra pómez pulverizada. | 74 |
| Figura 29 Porcentaje alcanzada del concreto con 1.2%, de piedra pómez pulverizada, a 7 días. | 75 |
| Figura 30 Resistencia a 14 días, del concreto, con 1.2% de piedra pómez pulverizada. | 76 |



| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 31 | <i>% alcanzada del concreto con 1.2%, de piedra pómez pulverizada, a los 14 días.</i> | 76 |
| Figura 32 | <i>Resistencia a 28 días, del concreto, con 1.2% de piedra pómez pulverizada.</i> | 77 |
| Figura 33 | <i>Porcentaje alcanzada del concreto con 1.2%, de piedra pómez pulverizada, a los 28 días.</i> | 78 |
| Figura 34 | <i>Resistencia a días, del concreto, con 0.5% de sillar reciclado.</i> | 79 |
| Figura 35 | <i>Porcentaje alcanzada del concreto con 0.5%, de sillar reciclado, a los 7 días.</i> | 79 |
| Figura 36 | <i>Resistencia a 14 días, del concreto, con 0.5% de sillar reciclado.</i> | 80 |
| Figura 37 | <i>% alcanzada del concreto con 0.5%, de sillar reciclado, a los 14 días.</i> | 81 |
| Figura 38 | <i>Resistencia a 28 días, del concreto, con 0.5% de sillar reciclado.</i> | 82 |
| Figura 39 | <i>% alcanzada del concreto con 0.5%, de sillar reciclado, a los 28 días.</i> | 82 |
| Figura 40 | <i>Resistencia a 7 días, del concreto, con 1% de sillar reciclado.</i> | 83 |
| Figura 41 | <i>Porcentaje alcanzada del concreto con 1%, de sillar reciclado, a los 7 días.</i> | 84 |
| Figura 42 | <i>Resistencia a 14 días, del concreto, con 1% de sillar reciclado.</i> | 85 |
| Figura 43 | <i>Porcentaje alcanzada del concreto con 1%, de sillar reciclado, a 14 días.</i> | 85 |
| Figura 44 | <i>Esfuerzo a 28 días, del concreto, con 1% de sillar reciclado.</i> | 86 |
| Figura 45 | <i>% alcanzada del concreto con 1%, de sillar reciclado, a los 28 días.</i> | 87 |
| Figura 46 | <i>Resistencia a 7 días, del concreto, con 1.5% de sillar reciclado.</i> | 88 |
| Figura 47 | <i>Porcentaje alcanzada del concreto con 1.5%, de sillar reciclado, a los 7 días.</i> | 88 |
| Figura 48 | <i>Esfuerzo a 14 días, del concreto, con 1.5% de sillar reciclado.</i> | 89 |
| Figura 49 | <i>Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto con 1.5%, de sillar reciclado, a 14 días.</i> | 90 |
| Figura 50 | <i>Resistencia a 28 días, del concreto, con 1.5% de sillar reciclado.</i> | 90 |
| Figura 51 | <i>Porcentaje alcanzada del concreto con 1.5%, de sillar reciclado, a 28 días.</i> | 91 |
| Figura 52 | <i>Comparativa de las resistencias en edades diferentes.</i> | 92 |



RESUMEN

La presente tesis titulada "Influencia de la aplicación de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado sobre las propiedades del concreto convencional en la ciudad de Azángaro", investiga el impacto de estos materiales en el concreto utilizando un enfoque cuantitativo y diseño experimental explicativo. La investigación se llevó a cabo con 105 briquetas de concreto, siguiendo proporciones de dosificación de cemento, agua, agregado grueso y fino de 1.00; 0.44; 2.66; 1.96, respectivamente. Se observó que la adición de piedra pómez pulverizada mejora la trabajabilidad del concreto, con un asentamiento de 3" a 4". En contraste, la inclusión de sillar reciclado disminuye la trabajabilidad, haciendo la mezcla seca y menos manejable debido a la alta absorción de agua del sillar. En términos de resistencia a compresión, la muestra estándar alcanzó 219.05 kg/cm² a los 28 días. Con 0.8% de piedra pómez pulverizada, la resistencia aumentó a 222.05 kg/cm², con 1% alcanzó 224.11 kg/cm² y con 1.2% llegó a 228.22 kg/cm², siendo esta última proporción la más óptima. En cambio, la adición de sillar reciclado mostró un efecto negativo: 0.5% alcanzó 193.19 kg/cm², 1% llegó a 199.13 kg/cm² y 1.5% alcanzó 204.16 kg/cm². Estos resultados indican que la piedra pómez pulverizada es beneficiosa para mejorar la resistencia y trabajabilidad del concreto, especialmente en la proporción de 1.2%. En contraste, el sillar reciclado, a pesar de ser ecológicamente favorable, afecta negativamente la resistencia y trabajabilidad del concreto, limitando su utilidad en aplicaciones estructurales.

Palabras Clave: Concreto, piedra pómez pulverizada, sillar reciclado, asentamiento, resistencia a compresión.



ABSTRACT

The present thesis entitled "Influence of the application of pulverized pumice stone and recycled ashlar on the properties of conventional concrete in the city of Azángaro", investigates the impact of these materials on concrete using a quantitative approach and explanatory experimental design. The research was carried out with 105 concrete briquettes, following dosage proportions of cement, water, coarse and fine aggregate of 1.00; 0.44; 2.66; 1.96, respectively. It was observed that the addition of pulverized pumice improves the workability of the concrete, with a slump of 3" to 4". In contrast, the inclusion of recycled ashlar decreases the workability, making the mix dry and less workable due to the high water absorption of the ashlar. In terms of compressive strength, the standard sample reached 219.05 kg/cm² at 28 days. With 0.8% of powdered pumice, the strength increased to 222.05 kg/cm², with 1% it reached 224.11 kg/cm² and with 1.2% it reached 228.22 kg/cm², the latter proportion being the most optimal. On the other hand, the addition of recycled ashlar showed a negative effect: 0.5% reached 193.19 kg/cm², 1% reached 199.13 kg/cm² and 1.5% reached 204.16 kg/cm². These results indicate that pulverized pumice is beneficial for improving the strength and workability of concrete, especially at the 1.2% proportion. In contrast, recycled ashlar, although ecologically favorable, negatively affects the strength and workability of concrete, limiting its usefulness in structural applications.

Keywords: Concrete, pulverized pumice stone, recycled ashlar, slump, compressive strength.



INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción está en constante búsqueda de materiales y técnicas que mejoren las propiedades del concreto, un componente esencial en la mayoría de las estructuras modernas. En este contexto, la exploración de materiales alternativos y reciclados se ha convertido en una prioridad, tanto por sus potenciales beneficios técnicos como por su contribución a la sostenibilidad ambiental. La presente tesis, titulada "Influencia de la aplicación de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado sobre las propiedades de un concreto convencional en la ciudad de Azángaro", se inscribe en esta línea de investigación, abordando el uso de dos materiales disponibles localmente que podrían optimizar el desempeño del concreto.

Azángaro, una ciudad con un creciente desarrollo urbano, ofrece un escenario ideal para evaluar el impacto de estos materiales en la construcción. La piedra pómez, conocida por su ligereza y alta porosidad, y el sillar reciclado, un material abundante y de bajo costo, presentan características que podrían influir significativamente en las características mecánicas y de trabajabilidad del concreto. Sin embargo, el comportamiento de estos elementos en combinación con el concreto convencional no ha sido suficientemente estudiado, lo que plantea interrogantes sobre su viabilidad y efectividad.

Esta investigación se propone llenar este vacío de conocimiento mediante un enfoque cuantitativo y un diseño experimental riguroso. Se analizarán las características del concreto, tales como la resistencia y la trabajabilidad, al incorporar diferentes proporciones de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado. El estudio no solo busca determinar las mejoras o detrimentos específicos que estos materiales puedan aportar, sino también establecer recomendaciones prácticas para su aplicación en proyectos de construcción en Azángaro y regiones similares.

La reducción del uso de recursos naturales y de la generación de residuos, así como el aumento de la eficiencia de los proyectos de construcción mediante el uso de



materiales reciclados y alternativos, contribuyen a la sostenibilidad medioambiental. En línea con las tendencias mundiales hacia una construcción más sostenible y responsable, esta tesis pretende explorar el impacto del sillar reciclado y la piedra pómez triturada para ofrecer soluciones vanguardistas y ecológicas al sector de la construcción.

La investigación consta por cuatro ítems:

Capítulo I: El enunciado de la cuestión se introduce en el primer capítulo, en el que también se analiza la situación existente, se define el problema y se fijan los objetivos específicos que se examinarán en el estudio. Esbozando nuestros objetivos y subrayando la importancia de su crecimiento, este capítulo sienta las bases de nuestra investigación.

Capítulo II: El siguiente capítulo ofrece un glosario de palabras y conceptos extraídos de la teoría concreta articulada por eminentes académicos y organizaciones. En él se definen conceptos clave y se esboza el argumento principal de la tesis, así como cualquier terminología adicional que no quede clara de inmediato.

Capítulo III: Este capítulo ofrece una visión global de la técnica de investigación, que abarca la descripción del escenario, el tema de investigación, la información esencial necesaria, los métodos empleados para la recogida de datos y el plan de investigación específico que se va a aplicar.

Capítulo IV: El capítulo cuatro desarrolla el tema principal de la investigación. Basándose en el uso previsto de la investigación y la metodología descrita, cada componente proporciona una evaluación detallada de los objetivos establecidos.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.

El crecimiento constante de la población mundial hace necesaria la expansión de la industria de la construcción, ya que influye significativamente en el bienestar de las personas y el avance de la economía mediante el establecimiento de sistemas de transporte, redes de comunicación, instalaciones de agua y saneamiento, así como infraestructuras sociales como edificios residenciales, instituciones educativas, instalaciones sanitarias y zonas recreativas.

En el Perú y el resto del mundo actualmente existen formas convencionales de elaborar el concreto, pero también se viene investigando nuevas tecnologías a fin de obtener un concreto más económico, ecológico y que ofrezca beneficios medioambientales en su elaboración. El aprovechamiento de la piedra pómez pulverizada como recurso natural y el sillar reciclado son una alternativa para atenuar problemas medioambientales y mejorar la calidad del concreto. Esta investigación tiene la finalidad de usos de estos elementos en la adición en la elaboración del concreto, y buscar nuevas tecnologías en la ingeniería y desarrollo general mediante su uso alternativo.



Para evaluar las diversas propiedades físico-mecánicas del hormigón, incluida la piedra pómez triturada y el sillar reciclado, es fundamental realizar ensayos. El concreto en evaluación tiene una resistencia convencional de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y las pruebas se realizarán en la ciudad de Azángaro.

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 *Problema General.*

¿Cuál es la influencia de la aplicación piedra pómez pulverizada y sillar reciclado sobre las propiedades de un concreto convencional en la ciudad de Azángaro?

1.2.2 *Problemas Específicos.*

- a. ¿Cuáles son las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional en la ciudad de Azángaro?
- b. ¿De qué manera influye el empleo de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado en la trabajabilidad del concreto convencional en la ciudad de Azángaro?
- c. ¿Cuál es el efecto de la adición de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la ciudad de Azángaro?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 *Objetivo General*

Analizar la influencia de la aplicación piedra pómez pulverizada y sillar reciclado sobre las propiedades de un concreto convencional en la ciudad de Azángaro.

1.3.2 *Objetivos Específicos.*

- a. Establecer las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Azángaro.



- b. Determinar la influencia del empleo de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado en la trabajabilidad del concreto convencional en la ciudad de Azángaro.
- c. Determinar la influencia del empleo de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Azángaro.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 *Justificación Técnica.*

La justificación técnica de esta tesis radica en la necesidad de mejorar las propiedades del concreto convencional mediante la incorporación de materiales alternativos. La piedra pómez pulverizada y el sillar reciclado son materiales locales que poseen características únicas que pueden influir en la resistencia y trabajabilidad del concreto. Evaluar su impacto permitirá optimizar las mezclas de concreto, potencialmente mejorando su desempeño y durabilidad. Este estudio proporcionará datos concretos y evidencia científica sobre cómo estos materiales afectan las propiedades mecánicas del concreto, ofreciendo nuevas alternativas para la industria de la construcción en Azángaro y otras regiones similares.

1.4.2 *Justificación Social.*

Desde una perspectiva social, esta investigación puede tener un impacto significativo al promover el uso de materiales reciclados y accesibles localmente, lo que puede reducir los costos de construcción y hacer más asequibles las viviendas y otras infraestructuras. Además, al fomentar la utilización de recursos locales, se impulsa la economía de la región y se crean oportunidades de empleo. La mejora de las técnicas de construcción y la reducción de costos pueden traducirse en un mayor acceso a infraestructuras de calidad para las comunidades, contribuyendo así al bienestar social y al desarrollo regional.

1.4.3 Justificación ambiental.

La justificación ambiental se basa en los beneficios asociados con el uso de materiales reciclados y naturales, como el sillar reciclado y la piedra pómez pulverizada, que pueden reducir la extracción de recursos naturales y la generación de residuos. Al reutilizar estos materiales, se disminuye la huella ecológica de la construcción, promoviendo prácticas más sostenibles y responsables. Esta investigación apoya los esfuerzos globales por una construcción más ecológica, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y conservación ambiental al demostrar cómo los materiales alternativos pueden integrarse eficazmente en la producción de concreto.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

La influencia de la aplicación piedra pómez pulverizada y sillar reciclado sobre las propiedades de un concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Azángaro, será positiva.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

- a. Las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional y con el empleo de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado, se dará de acuerdo a los lineamientos del método ACI 211.11.
- b. La influencia del empleo de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado mejorará la trabajabilidad del concreto convencional en la ciudad de Azángaro.
- c. La influencia de la adición de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado aumentará considerablemente la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la ciudad de Azángaro.



1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 *Variable Independiente.*

Concreto

Dimensiones:

- Proporción de adición de piedra pómez pulverizada
- Proporción de incorporación de sillar reciclado

1.6.2 *Variable Dependiente*

Propiedades del concreto convencional

Dimensiones:

- Proporciones de elementos
- Asentamiento del concreto fresco
- Resistencia a compresión.

1.7 Operacionalización de Variables.



Tabla 1

Operacionalización de variables.

| Variable Independiente | Definición | Dimensión | Indicadores | Instrumentos de Medición |
|-------------------------------|--|------------------|--|---------------------------------|
| CONCRETO | El concreto se utiliza mucho en la construcción porque cumple los criterios y requisitos del sector. | Proporciones | Piedra pómez pulverizada Sillar reciclado | Ficha de datos |

| Variable Dependiente | Definición | Dimensión | Indicadores | Instrumentos de Medición |
|-----------------------------|--|--|--|---------------------------------|
| Propiedades del Concreto | Las propiedades físico-mecánicas del hormigón normal son susceptibles de cambiar en función de diversas circunstancias. La composición de los componentes y el tipo de cemento son dos ejemplos de tales parámetros. | Propiedades físicas Propiedades mecánicas | Asentamiento Resistencia a compresión | Equipos de laboratorio |



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 *Antecedentes Internacionales.*

(Mite Ortiz, 2023) en su investigación titulado “Análisis de la mezcla de hormigón alivianado utilizando piedra pómez chasqui” Se estima que en Ecuador se producen anualmente 12,75 toneladas de desechos, lo que también presenta una oportunidad favorable para reutilizar estos desechos como componente de la industria de la construcción o como producto de alto valor. Los agricultores pueden generar ingresos suplementarios y mitigar la contaminación ambiental como resultado de la incineración de dichos desechos agrícolas. Con base en datos estadísticos proporcionados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en 2017, la producción anual de copra de la mencionada nación ascendió a aproximadamente 231 mil toneladas. Según estos estudios, este material es inerte, evitando la infestación de insectos y la pudrición; también es antielectrostático, resistente a la humedad, a roedores y termitas, y 100 por ciento biodegradable; además, puede almacenarse durante largos periodos de tiempo en condiciones normales. humedad relativa mínima.



(Sanabria, Galeano, & Marín, 2019) en su artículo titulado "Estudio exploratorio de arcilla expandida y piedra pómez como agregados en la producción de concretos ligeros". Los investigadores de este estudio se propusieron probar la viabilidad del uso de piedra pómez y arcilla expandida, también llamada arcilla expandida, en lugar de agregados más convencionales en el concreto. Tanto en condiciones completamente saturadas como insaturadas, se generó una amplia gama de patrones de mezcla mediante la combinación de arcilla expandida y piedra pómez. En general, las mezclas incluían cemento, agua, piedra pómez y arcilla expandida. Para determinar cómo aditivos como el humo de sílice, las fibras de polipropileno y los superplastificantes afectaban los esfuerzos a la compresión y a la flexión del hormigón, estos materiales se utilizaron en muchos experimentos. Los cilindros, vigas y paneles se fabricaron mediante procesos de fabricación con densidades entre 1300 y 1500 kg/m³ y esfuerzo a compresión entre 13 y 18 MPa. Los productos tenían estas fortalezas y densidades. La densidad del hormigón ligero también se determinó mediante la realización de pruebas de densidad de equilibrio. Las propiedades del agregado y del concreto se examinaron más a fondo mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), absorción capilar y porcentaje de vacíos. Los resultados sugieren que la arcilla expandida y la piedra pómez podrían ser buenos sustitutos de los agregados normales utilizados para fabricar concreto en el país.

(Hernández Medina, Osorio Vagner, & Cogollo Díaz, 2015) en su investigación "Caracterización de agregado fino tipo piedra pómez para su uso en concretos estructurales". Según la opinión generalizada, el hormigón debería tener una densidad de unas 2,4 toneladas por metro cúbico. Teniendo en cuenta que el hormigón es el material más utilizado en la construcción, se deduce que toda estructura debe tener un peso importante en relación a su volumen, como se dijo anteriormente. Es posible reducir la densidad del hormigón mediante la utilización de partículas ligeras que tienen un alto índice de porosidad. Algunos ejemplos de estos agregados son las arcillas expandidas, las escorias de alto horno, la piedra pómez, el poliestireno y las inclusiones de aire. El

resultado final es la creación de hormigones que, en comparación con el hormigón convencional, tienen una densidad mucho menor. Por otro lado, tanto los atributos mecánicos como los de alta resistencia se han visto disminuidos sin ningún cambio apreciable. Debido al hecho de que los agregados "gruesos" tienen un volumen sustancial dentro de la matriz de cemento, se ha realizado una cantidad constante de investigaciones sobre la utilización de estos agregados como rellenos en concreto liviano. Hasta ahora no se había investigado la posibilidad de sustituir el componente "fino" del interior de la sustancia declarada. Debido a esto, se recomienda triturar el agregado de piedra pómez para utilizarlo como una alternativa a la arena típica que se usa en el concreto estructural. Esto dará como resultado una reducción significativa de la densidad del hormigón sin sacrificar sus propiedades mecánicas.

2.1.2 Antecedente Nacional.

(Alave Huanca & Mendoza Ríos, 2019) en su investigación titulado "Influencia del Sillar como Sustituto del Agregado Grueso en la Mejora de las Propiedades del Concreto De $F'C= 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para Muros de Tabiquerías en Edificación en la Ciudad de Tacna". Utilizando agregados provenientes de la cantera Arunta en Tacna y ignimbrita obtenidos de la cantera Añashuayco en la región de Cerro Colorado, situada al noroeste de Arequipa, la investigación se realiza en Tacna. Con el fin de mejorar las propiedades de los muros de construcción livianos hechos de mortero con una densidad $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, este estudio investiga los impactos de la sustitución de agregado grueso por sillar. La evaluación de las propiedades físicas de los agregados se realizó mediante experimentos que se apegaron a los criterios establecidos en la Norma Técnica Peruana. Sin embargo, era obligatorio que el fabricante de cemento proporcionara detalles sobre las propiedades físicas del cemento. De acuerdo con las pautas establecidas por el American Concrete Institute (ACI), se diseñó una muestra de concreto liviano para que poseyera una consistencia plástica y un valor de colapso que oscilara entre tres y cuatro pulgadas, excluyendo cualquier contenido de aire. Para ello se construyeron quince cámaras de hormigón. Quince núcleos se construyeron



utilizando hormigón convencional, mientras que los quince núcleos restantes incorporaron sillar blanco en lugar de árido grueso, y los quince núcleos restantes utilizaron sillar rosa en lugar de árido grueso. A los 7, 14 y 28 días de edad se formaron núcleos con un esfuerzo a compresión (f_c) de 175 kg/cm². Para evaluar la resistencia de las probetas se realizó un ensayo de compresión. La prueba de compresión del hormigón estándar arrojó un valor de 229,08 kg/cm², el cual superó la resistencia requerida. En comparación, la resistencia del hormigón armado con sillar rosa se midió en 148,73 kg/cm², mientras que el esfuerzo del hormigón armado con sillar blanco fue de 87,66 kg/cm². Además, con el fin de realizar pruebas acústicas, construimos algunos obstáculos compactos de hormigón. Los muros de sillar mitigaron efectivamente la propagación del sonido desde el origen hasta el destino dentro del sitio.

(Huamán Casaperalta, 2022) en su estudio "Resistencia mecánica de concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021", Cuando se utiliza sillar reciclado como árido en hormigón grueso, el objetivo de esta investigación es determinar cómo se alteran las propiedades mecánicas del hormigón. Para llevar a cabo esta tarea con éxito, se utilizará tanto un diseño experimental como una técnica científica explicativa. El material fue sometido a pruebas de tensión a la edad de 28 días, lo que resultó en un máximo de 296 kg/cm² y una variación estándar de 42 kg/cm, respectivamente. A lo largo de este periodo, la resistencia indirecta a la tracción alcanzó su punto máximo de 27 kg/cm², con una pequeña variación de 3,5 kg/cm². La resistencia a la flexión, por su parte, alcanzó su punto más alto de 31 kg/cm² y posteriormente disminuyó en 2,6 kg/cm². Según los resultados de esta investigación, las resistencias a la compresión, a la tracción indirecta y a la flexión casi siempre disminuyen a medida que aumentan los valores de estas propiedades. El uso de un 15% de sillar y un 30% de sillar reciclado acabará produciendo este resultado.



(Montalvo Zavaleta & Solis Prado, 2023), en la presente tesis de investigación experimental denominada: "Fabricación de Concreto Normal Utilizando Piedra Pómez como Sustituyente del Cemento". El objetivo de combinar estos componentes con los que se utilizan normalmente en la construcción de hormigón es comparar los resultados de esfuerzo a la compresión. Para lograr este objetivo, la llamada piedra pómez, que se caracteriza por sus cualidades puzolánicas, debe triturarse y molerse hasta obtener un polvo fino. La piedra pasará a través de una criba de malla 200 después de los procedimientos de extracción y pulverización. De esa manera, sabrá que la piedra está a la altura de lo que requiere este grupo. En los experimentos se utilizó puzolana, o piedra pómez granulada, en lugar de cemento en proporciones variadas (10%, 20%, 30% y 40%). Posteriormente, se comparó el esfuerzo a la compresión del compuesto de puzolana con la del hormigón sólo de cemento. Para cada porcentaje anticipado y edad de fractura, se recolectaron ocho muestras, lo que permitió la adquisición de datos que se acercaban más a los resultados ideales. Una de las 105 muestras elaboradas no contenía puzolana, mientras que la otra sí. Las muestras fueron sometidas a un estudio comparativo a los 6, 14 y 28 días de curación. A través de estos estudios y comparaciones, pudimos confirmar que cada individuo había desarrollado el mismo nivel de resistencia.

(Reyes Rondon, 2023) en su investigación titulada "Resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm² con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022". El uso de un patrón de diseño con un estándar de 210 kg/cm² $f'c$ para evaluar la resistencia del hormigón armado y no modificado a la compresión, flexión y desgaste fue un objetivo principal de este trabajo. Para ello se modificó la suspensión con piedra pómez y vidrio en polvo después de añadir partículas gruesas. El análisis arrojó una mezcla adecuada para realizar ensayos de flexión, abrasión y compresión en núcleos de hormigón. Un experimento es la mejor manera de describir el intento de investigación aplicada. El enfoque utilizado es cuantitativo y, por razones prácticas, el procedimiento de muestreo no

es probabilístico. Este diseño estaba compuesto por un cuatro por ciento de vidrio templado y un cuatro por ciento de piedra pómez. El material con mayor resistencia a la compresión (233 kg/cm²) resultó ser una combinación de piedra pómez y un 4% de partículas de vidrio. Las mezclas de 4% de vidrio opaco y 4% de piedra pómez tienen la mayor densidad, 50 kg/m³, lo que las convierte en el material más maleable. La sustancia más duradera y resistente a la abrasión es un compuesto hecho de 4% de piedra pómez y 4% de partículas de vidrio, que también es un 20% más fuerte. El examen estadístico de los datos muestra que agregar un 4% de piedra pómez y un 4% de vidrio en polvo aumenta significativamente el esfuerzo del hormigón a la compresión, flexión y desgaste en 210 kg/cm². Para este incremento, se utiliza un umbral de significancia del 5%. Aun así, las resistencias promedio son menores o iguales que las del diseño normal, y los aumentos del 7% y el 10% no producen resultados estadísticamente significativos.

2.1.3 Antecedentes regionales.

(Rodríguez Ticona, 2021) en su investigación "Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto ligero para uso estructural, adicionando piedra pómez, Juliaca - Puno, 2021" El diseño experimental se llevó a cabo para investigar las características físico-mecánicas de un concreto liviano que contiene piedra pómez y tiene una resistencia estructural objetivo de 210 kg/cm². Se diseñaron tres configuraciones diferentes: una utilizando agregado convencional, otra reemplazando parcialmente el agregado convencional con piedra pómez de tamaño grueso en un 40%, y una tercera configuración compuesta exclusivamente de piedra pómez de tamaño grueso. Además, se agregó ChemaPlast, un aditivo plastificante, para ayudar a alcanzar el esfuerzo deseado de $f'c=210$ kg/cm². Después de un período de curado de 28 días, el diseño que utilizó exclusivamente piedra pómez como agregado mostró una resistencia de 248,41 kg/cm² (equivalente al 118,29% de la resistencia objetivo) y una densidad de 2207 kg/m³. En el caso del diseño con un 40% de piedra pómez, las muestras alcanzaron una resistencia de 239,26 kg/cm² (equivalente al 113,93% de la resistencia objetivo) y una densidad de 1738



kg/m³ después del mismo período de tiempo. Por último, el diseño con agregado convencional registró una resistencia de 216,27 kg/cm² (equivalente al 102,99% de la resistencia objetivo) y una densidad de 1726 kg/m³ después de 28 días. La inclusión de piedra pómez en el concreto liviano ha demostrado producir resultados notables en términos de sus propiedades físicas y mecánicas. Estos hallazgos están en línea con los estándares establecidos por el American Concrete Institute (ACI) y la American Society for Testing and Materials (ASTM).

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Concreto

El hormigón, un material muy utilizado, a veces se denomina hormigón en diferentes regiones y se utiliza en la construcción en todo el mundo. Sus ingredientes principales son arena, áridos gruesos y finos (como grava o piedra triturada), agua y cemento Portland. En ocasiones, se utilizan aditivos del hormigón para mejorar determinadas propiedades. De acuerdo con la (ACCI), el hormigón es "una mezcla homogénea que comprende cemento, agua, agregados finos y gruesos y posiblemente aditivos". Las interacciones químicas, sobre todo la hidratación, entre el cemento y el agua en el hormigón hacen que éste se endurezca gradualmente. ACI (2018) El Instituto Americano del Concreto

Un experto en tecnología del hormigón describe el material como "una sustancia que es capaz de resistir tensiones después del endurecimiento y que puede moldearse en estado plástico" (Paulo Helene 2015).

Según Neville, reconocido experto en la materia, el hormigón es "una mezcla artificial de cemento y arena fina o gránulos de piedra que se solidifica añadiendo H₂O".

2.2.1.1 Clasificación del concreto

Según su Resistencia a la Compresión: La resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes del concreto, ya que indica su capacidad para soportar cargas sin romperse. La resistencia se mide generalmente en (MPa) o (kg/cm²).

- Concreto de baja resistencia (menor a 20 MPa): Utilizado en construcciones que no requieren soportar grandes cargas, como aceras, pavimentos peatonales y ciertos elementos decorativos.
- Concreto de resistencia media (20-40 MPa): Comúnmente empleado en construcciones residenciales y comerciales, incluyendo muros, columnas y losas.
- Concreto de alta resistencia (mayor a 40 MPa): Usado en proyectos de infraestructura, como puentes, rascacielos y estructuras industriales, donde se requiere alta capacidad de carga.
- Concreto de muy alta resistencia (superior a 60 MPa): Aplicado en estructuras especiales, como edificios de gran altura, centrales nucleares y otras construcciones críticas.

Según su densidad: La densidad del concreto influye en su peso y en algunas de sus propiedades mecánicas y térmicas.

- Concreto ligero (menor a 2,000 kg/m³): Incluye agregados livianos como arcilla expandida, piedra pómez y perlita. Usado en aplicaciones donde se busca reducir el peso propio de la estructura, como en techos y paneles prefabricados.
- Concreto normal (2,000-2,600 kg/m³): Es el tipo más común y está hecho con agregados convencionales. Usado en la mayoría de las construcciones.
- Concreto pesado (mayor a 2,600 kg/m³): Contiene agregados densos como barita, magnetita o limonita.

Según su Uso o Aplicación: El uso específico del concreto determina sus propiedades y la forma en que se fabrica.



- Concreto estructural: Diseñado para soportar cargas estructurales. Ejemplos incluyen vigas, columnas, losas y cimentaciones.
- Concreto no estructural: No soporta cargas significativas y se utiliza en elementos decorativos o de acabado, como revestimientos de fachada, pisos decorativos y mobiliario urbano.
- Concreto arquitectónico: Combina resistencia estructural con características estéticas, permitiendo acabados decorativos, colores y texturas específicas.

Según su Consistencia: La consistencia del concreto fresco afecta su trabajabilidad y la facilidad con la que se puede colocar y compactar.

- Concreto seco: Muy poco trabajable, utilizado en prefabricados de hormigón como bloques y ladrillos.
- Concreto plástico: Tiene una trabajabilidad media, usado en la mayoría de las aplicaciones estructurales convencionales.
- Concreto fluido: Alta trabajabilidad, facilita la colocación en estructuras con alta densidad de refuerzo o formas complejas. Ejemplo: cimentaciones profundas, muros pantalla.
- Concreto autocompactante: Fluye y se compacta por su propio peso, eliminando la necesidad de vibración. Ideal para estructuras densamente armadas o con geometrías complicadas.

Según su Composición: La composición del concreto puede modificarse para lograr propiedades específicas.

- Concreto convencional: Mezcla básica de cemento, agua, arena y grava. Usado en una amplia gama de aplicaciones.
- Concreto reforzado: Contiene barras de acero o mallas de refuerzo para mejorar su resistencia a la tracción. Usado en puentes, edificios y otras estructuras de alta carga.
- Concreto premezclado: Producido en una planta de concreto y transportado al sitio de la obra. Garantiza una calidad y consistencia uniforme.

- **Concreto reciclado:** Utiliza agregados reciclados de concreto demolido, promoviendo la sostenibilidad y la reducción de residuos.
- **Concreto con fibras:** Incluye fibras de acero, vidrio, polipropileno u otros materiales para mejorar su resistencia a la fisuración y durabilidad.

Otros Tipos de Concreto Especiales: Existen concretos desarrollados para aplicaciones muy específicas.

- **Concreto autolimpiante:** Contiene fotocatalizadores que reaccionan con la luz solar para descomponer la suciedad en su superficie. Ideal para fachadas expuestas a la intemperie.
- **Concreto translúcido:** Utiliza fibras ópticas u otros materiales translúcidos que permiten el paso de la luz. Usado en elementos arquitectónicos decorativos.
- **Concreto permeable:** Permite el paso del agua a través de su estructura, ayudando a la gestión de líquidos pluviales y reduciendo el riesgo de inundaciones. Usado en pavimentos y sistemas de drenaje urbano.

2.2.1.2 Propiedades físicas del concreto

TRABABILIDAD: La trabajabilidad es la medida de la facilidad con la que se puede manipular, colocar y comprimir el hormigón sin que se separe o tenga demasiada agua. Es una característica crucial que incide directamente en la excelencia y longevidad del producto final de hormigón.

Factores que Afectan la Trabajabilidad:

- **Relación Agua/Cemento:** Una relación agua/cemento más alto generalmente mejora la trabajabilidad, pero puede afectar negativamente la resistencia del concreto.
- **Tamaño y Forma de los Agregados:** Agregados más grandes y angulares pueden reducir la trabajabilidad, mientras que agregados más pequeños y redondeados pueden mejorarla.



- **Aditivos:** Aditivos, plastificantes y superplastificantes pueden mejorar significativamente la trabajabilidad sin aumentar la cantidad de agua.
- **Método de Mezclado:** La forma de su preparación trabajabilidad, siendo los métodos de mezclado mecánico generalmente más eficientes.

CONSISTENCIA:

Medición:

- **Prueba del Cono de Abrams:** Se coloca una muestra de concreto en un cono truncado, se compacta y luego se retira el cono. Se mide la altura de asentamiento para evaluar la consistencia.
- **Flujo del Tronco de Cono:** Similar a la prueba del cono de Abrams pero enfocada en cómo se extiende el concreto en una superficie plana.
- **Importancia:** La consistencia adecuada es crucial para asegurar que el concreto pueda ser colocado y consolidado de manera efectiva, sin vacíos ni segregación.

ASENTAMIENTO: El asentamiento se refiere a la cuantificación del desplazamiento vertical del hormigón causado por la gravedad, tras la colocación de una muestra determinada en un cono de Abrams y su posterior elevación. Denota la capacidad del hormigón para fluir.

- **Rango Ideal:** El rango ideal de asentamiento depende de la aplicación específica del concreto. Por ejemplo, para cimientos, un asentamiento de 75-100 mm puede ser adecuado, mientras que para columnas puede ser de 100-150 mm.
- **Relación con la Trabajabilidad:** Un asentamiento adecuado indica buena trabajabilidad, permitiendo que el concreto fluya y se compacte correctamente sin segregación.



SEGREGACIÓN: La segregación se produce cuando los constituyentes del hormigón, en particular el agua y los áridos, sufren una separación que da lugar a una dispersión desigual de dichos constituyentes.

Causas:

- Exceso de Agua: Un contenido de agua demasiado alto puede llevar a la separación de los agregados.
- Mezcla Inadecuada: Una mezcla no homogénea puede causar segregación.
- Manejo Incorrecto: Colocar el concreto desde una altura excesiva o usar métodos de compactación inadecuados puede resultar en segregación.
- Prevención: Mantener una relación adecuada de agua/cemento, usar agregados de buena calidad y mezclar el concreto adecuadamente puede reducir la segregación.

EXUDACIÓN: La exudación es la migración del agua hacia la superficie del concreto en estado fresco, formando una capa de agua en la superficie.

Causas y Efectos:

- Exceso de Agua: Una mezcla con demasiada agua es más propensa a la exudación.
- Mezcla Mal Diseñada: Un diseño de mezcla incorrecto puede provocar exudación.
- Impacto: La exudación puede llevar a una superficie débil y porosa, afectando negativamente la durabilidad y la resistencia a la abrasión del concreto.

Control: Ajustar la relación agua/cemento, usar aditivos adecuados y mejorar la compactación y el curado pueden ayudar a controlar la exudación.

AIREACIÓN: Crea una estructura más ligera y mejorando ciertas propiedades.

Aplicaciones:

- Climas Fríos: La inclusión controlada de aire es esencial para mejorar la resistencia del concreto al ciclo de congelación y deshielo.
- Reducción de Peso: En ciertas aplicaciones, como paneles prefabricados, la aireación puede reducir el peso del concreto.

Métodos de Aireación: La aireación puede lograrse mediante el uso de aditivos que forman burbujas de aire durante la mezcla del concreto.

TIEMPO DE TRABAJABILIDAD:

Factores que Afectan el Tiempo de Trabajabilidad:

- **Temperatura Ambiental:** Las temperaturas más altas pueden reducir el tiempo de trabajabilidad.
- **Aditivos:** Los retardadores pueden extender el tiempo de trabajabilidad, mientras que los aceleradores lo pueden reducir.
- **Diseño de Mezcla:** La proporción de cemento y agua, así como el tipo de cemento utilizado, también influyen en el tiempo de trabajabilidad.

Importancia: Un tiempo de trabajabilidad adecuado es crucial para asegurar que el concreto pueda ser colocado, compactado y terminado antes de que comience a endurecerse.

Figura 1

Ensayo del slump



2.2.1.3 Propiedades mecánicas del concreto

Las características mecánicas del hormigón dictan su capacidad para soportar fuerzas y deformaciones cuando se le somete a una carga, y son vitales para evaluar su idoneidad en aplicaciones estructurales y circunstancias que exigen una resistencia y durabilidad excepcionales. George F. Limbrunner, ingeniero de estructuras, hizo contribuciones sustanciales a la comprensión del comportamiento del hormigón y al avance de las normas de construcción en 2012.

Varios factores afectan la resistencia: Varios factores influyen en el producto final, incluida la relación agua-cemento, la calidad y el tipo de cemento, la cantidad y el tipo de agregado, la duración del curado, la edad del concreto cuando se prueba y los factores ambientales que incluyen la humedad y la temperatura durante el endurecimiento. Sí, la Esfuerzo compresión final del hormigón puede variar según cada uno de estos factores.

Figura 2

Ensayo fuerza a compresión



La resistencia a la flexión del concreto: La capacidad del hormigón para soportar presiones externas que provocan la flexión o curvatura del material se conoce como resistencia a la flexión. Las vigas, losas y otros componentes estructurales son situaciones en las que el hormigón está expuesto a tensiones que provocan flexión, y esta



característica es vital en tales casos. Varios factores influyen en la resistencia a la flexión del hormigón, como la calidad del material, el diseño del edificio, la relación agua-cemento y la técnica de curado. Mejorar la resistencia a la flexión del hormigón es vital para garantizar la longevidad y la seguridad de las estructuras de hormigón.

Factores que afectan la fuerza a flexión del concreto incluyen:

Relación agua-cemento (w/c): Una menor relación A/C generalmente mejora la resistencia del concreto. Un exceso de agua puede crear porosidad, disminuyendo la resistencia.

Tipo y calidad del cemento: Diferentes tipos de cemento y sus propiedades químicas pueden afectar la resistencia a la flexión. Cementos de alta resistencia pueden mejorar la resistencia global del concreto.

Características y proporción de los agregados: El tamaño, la forma, la dureza y la distribución granulométrica de los agregados pueden influir significativamente en la resistencia a la flexión. Los agregados de mayor dureza y bien gradados generalmente mejoran la resistencia.

Edad del concreto: La resistencia del concreto aumenta con el tiempo debido al proceso de hidratación. Se suele medir la resistencia a los 28 días, pero puede seguir aumentando después de este período.

Curado del concreto: Un curado adecuado es esencial para alcanzar la resistencia potencial del concreto. El curado mantiene la humedad y temperatura necesarias para la hidratación continua del cemento.

Adiciones y aditivos: El uso de adiciones minerales como cenizas volantes, escoria de alto horno y humo de sílice, así como aditivos químicos como superplastificantes, puede mejorar la trabajabilidad y la resistencia del concreto.

Compactación del concreto: Una buena compactación elimina vacíos y porosidades, lo que incrementa la resistencia a la flexión. Una compactación insuficiente puede crear puntos débiles en el material.

Diseño de la mezcla: La proporción de los componentes de la mezcla de concreto, como cemento, agua, agregados y aditivos, debe ser cuidadosamente diseñada para lograr las propiedades deseadas.

Condiciones de carga: La naturaleza y la magnitud de las cargas aplicadas, así como la velocidad de aplicación, pueden influir en la resistencia a la flexión. Cargas cíclicas o dinámicas pueden causar fatiga y reducir la resistencia.

Factores ambientales: La exposición a condiciones ambientales agresivas, como ciclos de congelación y deshielo, humedad extrema, productos químicos corrosivos, entre otros, puede afectar la durabilidad y resistencia del concreto.

Refuerzo: La incorporación de refuerzos, como barras de acero o fibras (de acero, vidrio, polipropileno, etc.), puede mejorar la resistencia a la flexión al proporcionar una mejor capacidad para resistir esfuerzos tensionales.

2.2.2 **Cemento**

En la construcción, el cemento es un material cohesivo que une diferentes partes para formar un todo sólido y compacto. El hormigón y el mortero son dos de los materiales de construcción más importantes, y el cemento es un ingrediente esencial en ambos. Para formar el cemento se combinan y calientan diversos materiales, como arcilla, sílice, alúmina y óxido de hierro. El cemento Portland es el más común.

Principales características y conceptos asociados al cemento:

Composición Química del Cemento: El cemento se compone principalmente de los siguientes compuestos:

- Silicato tricálcico (C3S): Responsable del desarrollo temprano de la resistencia. Proporciona la mayor parte de la resistencia inicial.
- Silicato dicálcico (C2S): Contribuye al desarrollo de la resistencia a largo plazo.
- Aluminato tricálcico (C3A): Interviene en el fraguado inicial y contribuye a la generación de calor durante el proceso de hidratación.

- Ferroatuminato tetracálcico (C4AF): Contribuye a la resistencia y color del cemento.
- Sulfato de calcio (yeso): Se añade al clinker durante la molienda para controlar el tiempo de fraguado del cemento.

Propiedades Físicas del Cemento: Las propiedades físicas del cemento incluyen:

- Fineness (Finura): Afecta la tasa de hidratación y la ganancia de resistencia. Se mide a menudo mediante el ensayo de Blaine.
- Densidad: La densidad aparente es de aproximadamente 1.5 g/cm^3 , mientras que la densidad real es de alrededor de 3.1 a 3.6 g/cm^3 .
- Color: Puede variar, pero normalmente es gris debido a la presencia de óxido de hierro.

Propiedades Mecánicas:

- Resistencia a la compresión: El cemento Portland puede alcanzar resistencias de 20-40 MPa (megapascales) en 28 días.
- Resistencia a la tracción: Menor que la resistencia a la compresión, generalmente entre 2-5 MPa.
- Módulo de elasticidad: Varía entre 20-40 GPa.

Propiedades de Fraguado y Endurecimiento:

- Tiempo de fraguado inicial: Depende de la composición y la finura del cemento. Puede ajustarse mediante aditivos.
- Tiempo de fraguado final: Determina cuándo el cemento ha desarrollado una dureza suficiente para no deformarse bajo cargas ligeras.

Hidratación del Cemento: El proceso de hidratación involucra una serie de reacciones químicas entre los componentes del cemento y el agua:

- C3S y C2S reaccionan con el agua para formar hidróxidos de calcio (Ca(OH)_2) y gel de silicato de calcio hidratado (CSH), que es el principal responsable de la resistencia.
- C3A reacciona rápidamente con el agua y el sulfato de calcio para formar etringita, que se convierte eventualmente en monosulfato.



- C4AF reacciona con el agua y el yeso para formar compuestos de ferrita de calcio hidratada.

Curado del Cemento: El curado adecuado es crucial para el desarrollo de la resistencia y durabilidad del cemento:

- Métodos de curado: Inmersión en agua, cobertura con materiales húmedos, uso de membranas de curado, y aplicación de productos de curado líquidos.
- Duración: El curado debe mantenerse durante al menos 7 días, y preferiblemente 28 días para obtener mejores propiedades mecánicas y durabilidad.

Clases de Cemento:

- Cemento Portland Ordinario (OPC): Usado en la mayoría de las aplicaciones de construcción.
- Cemento Portland de Alta Resistencia Inicial: Desarrolla resistencia rápidamente.
- Cemento Portland de Bajo Calor: Genera menos calor durante la hidratación, adecuado para estructuras masivas.
- Cemento Portland Resistente a Sulfatos: Resistente a ambientes con altos niveles de sulfatos.
- Cementos con Adiciones: Cementos con puzolana, escoria de alto horno, o cenizas volantes que mejoran ciertas propiedades y sostenibilidad.

Aditivos en el Cemento:

- Plastificantes: Mejoran la trabajabilidad.
- Superplastificantes: Permiten la reducción del contenido de agua sin afectar la trabajabilidad.
- Aceleradores: Aumentan la velocidad de fraguado y ganancia de resistencia inicial.
- Retardadores: Retrasan el fraguado para aplicaciones especiales.
- Incorporadores de aire: Mejoran la durabilidad en ciclos de congelación y descongelación.

Relación Agua/Cemento:



- Proporción crítica: Relación óptima generalmente entre 0.4 y 0.6.
- Impacto: Una relación baja mejora la resistencia y durabilidad, mientras que una alta puede llevar a problemas de porosidad y menor resistencia.

Especificaciones Normativas:

- ASTM: Asociación Americana de Ensayos y Materiales establece normas para los diferentes tipos de cemento (e.g., ASTM C150 para cemento Portland).
- EN: Normas europeas que definen las especificaciones y métodos de ensayo para el cemento.

Proceso de Fabricación del Cemento:

- Extracción de materias primas: Canteras de caliza, arcilla, y otros materiales.
- Trituración y Molienda: Proceso de reducción de tamaño.
- Precalcinación: Calentamiento preliminar.
- Clinkerización: Calcinación en horno rotatorio a altas temperaturas (alrededor de 1450°C).
- Molienda de Clinker: El clinker se muele con yeso y aditivos para producir cemento.

Aplicaciones del Cemento:

- Edificaciones: Viviendas, edificios comerciales e industriales.
- Infraestructuras: Carreteras, puentes, túneles, presas.
- Construcción especial: Proyectos que requieren características específicas, como alta resistencia inicial o resistencia a ambientes agresivos.

Importancia del Cemento:

El cemento es indispensable para el desarrollo de infraestructuras modernas. Su capacidad para formar concreto, un material versátil y duradero, lo convierte en un pilar esencial para la construcción y el desarrollo urbano.

2.2.2.1 Tipos de Cemento Portland:

- Tipo I: Uso general. Adecuado para la mayoría de las construcciones (Kosmatka, Kerkhoff, & Panarese, 2002).
- Tipo II: Resistente a sulfatos. Utilizado en construcciones expuestas a suelos o aguas con altos niveles de sulfatos (Mehta & Monteiro, 2014).
- Tipo III: Alta resistencia inicial. Utilizado cuando se necesita una alta resistencia inicial, como en construcciones rápidas (Neville, 2011).
- Tipo IV: Bajo calor de hidratación. Utilizado en grandes estructuras como presas donde el calor generado durante el fraguado debe ser minimizado (Mindess et al., 2003).
- Tipo V: Alta resistencia a sulfatos. Utilizado en condiciones extremas de exposición a sulfatos (Kosmatka et al., 2002).

Ventajas

- Fuerza y Durabilidad: Ideal para estructuras que requieren alta resistencia y larga vida útil (Neville, 2011).
- Compatibilidad: Funciona bien con una variedad de aditivos y materiales complementarios (Mindess et al., 2003).
- Consistencia: Proporciona un rendimiento predecible y consistente en diferentes aplicaciones (Taylor, 1997).

Desventajas

- Emisiones de CO₂: El proceso de producción genera una cantidad significativa de dióxido de carbono, lo que tiene un impacto ambiental (Scrivener & Kirkpatrick, 2008).
- Costo de Energía: La producción requiere una gran cantidad de energía, lo que puede contribuir a los costos operativos (Lea, 2019).

El cemento Portland es, sin duda, un pilar fundamental en la construcción moderna, ofreciendo una combinación de resistencia, versatilidad y disponibilidad que lo hace indispensable en una amplia gama de proyectos de construcción.



2.2.3 Agregados

El hormigón y el mortero se elaboran a partir de áridos, son materiales granulares como arena, grava, piedra o escoria, mezclados con agua y cemento. Estos componentes son fundamentales para la producción de productos de hormigón y son importantes para la resistencia y longevidad del producto final.

2.2.3.1 Agregado grueso:

El agreg. grueso es un componente esencial en fabricación de concreto y mortero, proporcionando resistencia mecánica a la mezcla. Constituye la mayor proporción de volumen en el concreto y desempeña un papel fundamental en su resistencia y estabilidad. Aquí hay algunos puntos clave sobre el agregado grueso:

- **Tamaño y granulometría:** Las partículas de agregado grueso varían en tamaño, generalmente entre 3/8 de pulgada y 3 pulgadas. El tamaño de las partículas afecta las características del concreto, como su esfuerzo y trabajabilidad.
- **Materiales:** Se utilizan varios materiales para el agregado grueso, como grava, piedra triturada, escoria y concreto reciclado. La elección del material depende de la disponibilidad local y los requisitos del proyecto.
- **Propiedades físicas:** El agregado grueso debe ser resistente y duradero, ya que esto afecta directamente la resistencia del concreto. Propiedades como la resistencia a la compresión, absorción de agua y abrasión se evalúan para determinar la calidad del agregado.
- **Normativas:** Existen normativas y estándares locales o internacionales que especifican los requisitos para el agregado grueso en términos de tamaño, forma, resistencia y otras propiedades. Estos estándares garantizan la calidad y consistencia en la producción y uso del concreto.



2.2.3.2 Agregado fino:

El agreg. fino es un material granular que se utiliza en la fabricación de concreto y mortero. A diferencia del agreg. grueso y fino consiste en partículas más pequeñas, generalmente pasando por una malla de tamiz de 3/8 de pulgada.

- **Tamaño y Granulometría:** El agregado fino está compuesto por partículas más pequeñas, generalmente arena. Su tamaño se determina por el paso a través de una malla de 3/8 de pulgada. La granulometría, o distribución de tamaños de partículas, es esencial para lograr propiedades específicas en el concreto.
- **Materiales:** La arena natural, la arena manufacturada (proveniente de procesos de trituración de rocas), y otros materiales finos inertes pueden utilizarse como agregado fino. La elección depende de factores como la disponibilidad local y los requisitos del proyecto.
- **Propiedades Físicas:** El agregado fino influye en la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad del concreto. Las propiedades como la forma de las partículas, la textura superficial, la absorción de agua y la distribución de tamaños son críticas para garantizar un concreto de calidad.
- **Función en el Concreto:** El agregado fino se mezcla con mortero y el agua para formar la pasta de concreto. Juntos, forman la matriz que rodea y une al agregado grueso. La pasta de concreto, cuando fragua y endurece, proporciona la fuerza necesaria para mantener unidas las partículas del agregado y formar una masa sólida y resistente.
- **Usos:** El árido fino se utiliza en muchas aplicaciones de la construcción, incluida la producción de hormigón para edificios residenciales, carreteras, puentes y otros proyectos. Además, se emplea en morteros para adherir ladrillos y bloques.
- **Normativas:** Al igual que con el agregado grueso, existen normativas y estándares que especifican los requisitos para el agregado fino en términos de tamaño, forma, limpieza y otras propiedades. Estos estándares garantizan la calidad y consistencia en la producción y uso del concreto.

2.2.3.3 Agregados según su procedencia

Los agregados utilizados en la construcción pueden clasificarse según su procedencia en dos categorías principales: agregados naturales y agregados artificiales. Cada categoría tiene distintas fuentes y propiedades.

1. Agregados Naturales:

- **Agregado de Río (Grava y Arena):** Proviene de lechos de ríos y se compone principalmente de grava y arena natural. Estos agregados son utilizados comúnmente en la creación de concreto.
- **Agregado de Cantera:** Extraído de canteras naturales, este tipo de agregado incluye grava y arena. La grava y la arena de cantera pueden variar en tamaño y forma, y suelen ser sometidas a procesos de trituración y clasificación para adecuarlas a las necesidades de construcción.
- **Agregado de Mar:** Algunas regiones utilizan agregados marinos, como la arena de playa. Sin embargo, el uso de arena marina en el concreto puede plantear desafíos debido a la presencia de sal que puede ser corrosiva.

2. Agregados Artificiales o Sintéticos:

- **Agregados Ligeros:** Producidos artificialmente, estos agregados incluyen materiales como arcilla expandida, perlita, vermiculita y escoria expandida. Son conocidos por su baja densidad y se utilizan para fabricar concreto ligero.
- **Agregados Reciclados:** Provenientes de trituración y procesamiento de restos de construcción. Los escombros reciclados pueden convertirse en agregados para su reutilización en nuevos proyectos de construcción.
- **Agregados Artificiales Especiales:** Incluyen materiales como vidrio reciclado, caucho reciclado y otros productos industriales que pueden triturarse y utilizarse como agregados en aplicaciones específicas.

2.2.3.4 Propiedades físicas del agregado

Las características físicas de los agreg. se refieren a las características físicas que afectan su comportamiento y desempeño en la mezcla de concreto. Algunas de estas propiedades incluyen:

1. **Tamaño de partícula:** Especifica las dimensiones de las partículas del agregado, tanto grueso como fino. El tamaño de partícula afecta la trabajabilidad y la resistencia del concreto.
2. **Forma:** Las partículas puede ser angular, redondeada o mixta, mientras que la textura puede ser rugosa o suave.
3. **Porosidad:** La cant. de poros o espacios vacíos en el agregado afecta la cantidad de agua que puede absorber. Una alta porosidad puede provocar una mayor absorción de agua y afectar negativamente la resistencia del concreto.
4. **Densidad:** La densidad del agreg. se refiere a su masa por unid. de volumen. Una mayor densidad puede aumentar la resistencia del concreto, mientras que una menor densidad puede reducir su peso y costo.
5. **Absorción de agua:** Indica la capacidad del agregado para absorber agua. Una alta absorción de agua puede provocar cambios dimensionales en el concreto y afectar su durabilidad.
6. **Limpieza y contaminación:** La presencia de impurezas orgánicas o materiales extraños en el agregado puede afectar su resistencia y la del concreto.

Estas propiedades físicas son importantes para garantizar la calidad y el rendimiento del concreto en diversas aplicaciones de construcción.

2.2.3.5 Propiedades mecánicas del agregado

Las propiedades mecánicas de los agregados son aquellas que describen cómo responden los materiales a las fuerzas aplicadas. Algunas de estas propiedades incluyen:

- a. **Esfuerzo a compresión:** La capacidad de una sustancia para resistir la compresión se denomina resistencia a la compresión. Los áridos con una alta resistencia a la compresión pueden soportar cargas pesadas sin romperse.



- b. **Esfuerzo a la abrasión:** La capacidad del agregado para resistir el desgaste debido a la fricción y la abrasión. Una alta resistencia a la abrasión asegura que el agregado mantenga su integridad estructural durante el manejo, transporte y colocación del concreto.
- c. **Resistencia al impacto:** Indica la capacidad del agregado para resistir golpes repentinos o cargas de impacto. Una alta resistencia al impacto es importante para evitar la fractura o fragmentación del agregado durante la colocación y el endurecimiento del concreto.
- d. **Módulo de elasticidad:** Es una medida de la rigidez del agregado, es decir, cuán bien puede recuperar su forma original después de aplicar una carga. Un módulo de elasticidad más alto indica que el agregado es más rígido y menos deformable.
- e. **Dureza:** Se refiere a la resistencia del agregado a ser rayado, cortado o deformado. Una mayor dureza indica que el agregado es más resistente a la deformación y al desgaste.
- f. **Tenacidad:** Es la capacidad del agregado para absorber energía antes de romperse. Una mayor tenacidad indica que el agregado puede resistir mejores cargas de impacto y tensiones cíclicas.

2.2.4 Piedra pómez

Schumann y Álvarez (2015) Es una roca ígnea volcánica de naturaleza vítrea, caracterizada por su composición de vidrio espumoso. Debido a su alta porosidad, posee una textura "esponjosa". Debido a sus características, la piedra pómez encuentra múltiples aplicaciones en diferentes campos: en el ámbito de la cosmética, se utiliza como un polvo abrasivo para limpiar y pulir diversas superficies; en la industria, funciona como un material filtrante, se emplea como un agente para airear el suelo.

2.2.4.1 Origen de la piedra pómez

Schumann y Álvarez (2015) Se forma debido al rápido enfriamiento de materiales fundidos expulsados por los volcanes, lo que atrapa el vapor y los gases presentes en



ellos. Este proceso resulta en un producto extremadamente poroso y ligero, capaz de flotar en el agua. Se denomina piedra pómez a los granos con un diámetro superior a 4 mm, mientras que aquellos con un diámetro inferior a 4 mm se conocen como pumicita, pudiendo llegar incluso a convertirse en un polvo casi imperceptible. Ambos comparten una composición química prácticamente idéntica.

2.2.4.2 Influencia de la piedra pómez en el concreto fresco

El comportamiento del concreto con piedra pómez en términos de asentamiento puede diferir del concreto convencional debido a las características únicas de la piedra pómez y su efecto en el mortero. El asentamiento se refiere a la cantidad de contracción que experimenta una mezcla de concreto después de haber sido mezclada y colocada, pero antes de que comience el endurecimiento y el endurecimiento.

Debido a su baja densidad y estructura porosa, la piedra pómez puede afectar el asentamiento del concreto de varias maneras:

- Reducción del asentamiento: Debido a su ligereza, la piedra pómez tiende a flotar en la mezcla, lo que puede requerir más agua para una distribución uniforme y, por ende, disminuir el asentamiento total del concreto.
- Menor segregación: La menor densidad de la piedra pómez ayuda a reducir la segregación, evitando que los agregados más grandes se separen de la pasta de cemento durante la colocación y vibración.
- Mayor cohesión: A pesar de reducir el asentamiento, la piedra pómez angular puede mejorar la interacción entre los materiales en la mezcla, lo que resulta en una mejor retención de agua y una mezcla más cohesiva.

2.2.4.3 Efecto de la piedra pómez en la resistencia.

La influencia puede variar según la cantidad, tamaño y distribución de la piedra pómez en la mezcla, así como la calidad de los otros materiales utilizados. Aquí hay algunas consideraciones importantes:

- Reducción de la densidad: La piedra pómez, al ser un agregado ligero, disminuye la densidad del concreto final. Esta reducción de densidad puede impactar negativamente en el esfuerzo a la compresión, ya que los concretos más densos suelen ser más resistentes.
- Menor resistencia inicial: El concreto con piedra pómez puede mostrar una resistencia inicial más baja debido a su menor densidad. Sin embargo, con el tiempo y un adecuado proceso de curado, la resistencia puede aumentar hasta alcanzar niveles aceptables.
- Mejora de la resistencia a largo plazo: A pesar de la resistencia inicial más baja, el concreto con piedra pómez puede ofrecer una mejor resistencia a largo plazo. Esto se debe a su capacidad para mitigar la expansión y contracción térmica, así como su resistencia al ataque químico.
- Optimización de la mezcla: El esfuerzo a la compresión del concreto con piedra pómez puede mejorarse mediante la optimización de la mezcla. Esto implica ajustar la proporción de pasta, H₂O, grava y otros aditivos para lograr un equilibrio adecuado entre densidad y resistencia.

2.2.5 Sillar

El basalto, un material de construcción muy utilizado, es una roca volcánica de color blanco o crema. En la región peruana de Arequipa, este tipo de arquitectura es más notable por la abundancia de edificios, iglesias, casas y otras estructuras importantes que se adhieren a él. El sillar es un material muy apreciado en la industria de la construcción por su notable longevidad, impresionante resistencia y atractiva apariencia. La materia prima se extrae de las canteras y se transforma en bloques macizos antes de cortarlos y esculpirlos para su uso en la construcción. (Durand, 2021)

Características del sillar:

El sillar es una roca volcánica de origen ígneo, generalmente de color blanco o crema, con características particulares que lo hacen adecuado para su uso en la construcción. Algunas de sus principales características son:

- **Color y textura:** El sillar presenta un color blanco o crema uniforme, con una textura porosa y suave al tacto.
- **Durabilidad:** Es una roca resistente que puede soportar las condiciones climáticas adversas y el paso del tiempo sin deteriorarse fácilmente.
- **Facilidad de tallado:** Su textura porosa y suave permite que sea fácilmente tallado y trabajado por los artesanos y constructores.
- **Peso ligero:** A pesar de su resistencia, el sillar obtiene un peso relativamente ligero su manipulación y transporte durante las obras de construcción.
- **Aislamiento térmico:** Debido a su composición porosa, el sillar ofrece buenas propiedades de aislamiento térmico, manteniendo los interiores frescos en climas cálidos y proporcionando confort térmico.
- **Estética:** Su color blanco o crema y su textura suave le confieren una estética atractiva que lo hace popular en la arquitectura colonial y contemporánea, especialmente en la región de Arequipa en Perú.

Estas características hacen del sillar es un elemento de construcción muy valorado y utilizado en la arquitectura, especialmente en áreas donde se extrae de canteras locales, como en la ciudad de Arequipa. (Aguilar, s.f.)

2.2.5.1 Propiedades del sillar

El sillar reciclado, como su nombre sugiere, se refiere a la reutilización de materiales de construcción de piedra, como el sillar, que han sido recuperados o reciclados de proyectos anteriores. Las propiedades del sillar reciclado pueden variar dependiendo de diversos factores, incluyendo el tipo de piedra utilizada originalmente, el proceso de recuperación y reciclaje, y las condiciones de uso previas. Aquí hay algunas propiedades generales que pueden asociarse con el sillar reciclado:

Resistencia: La resistencia del sillar reciclado puede variar según la calidad y el tipo de piedra original, así como el grado de desgaste que haya experimentado. En general, se espera que el sillar reciclado mantenga una resistencia adecuada para su uso en construcción, aunque podría ser menor en comparación con la piedra nueva debido a la exposición previa y al proceso de recuperación.

Durabilidad: La durabilidad del sillar reciclado puede ser una preocupación, especialmente si ha sido sometido a condiciones severas o daños previos. Es importante realizar una evaluación cuidadosa para asegurar que el sillar reciclado sea lo suficientemente resistente y duradero para resistir las condiciones de carga y el ambiente en el que se va a utilizar.

Estética: La apariencia del sillar reciclado puede variar dependiendo del grado de desgaste y degradación que haya experimentado. Algunos proyectos de construcción pueden valorar la pátina y el carácter distintivo que puede proporcionar el sillar reciclado, mientras que otros pueden preferir una apariencia más uniforme y consistente.

Sostenibilidad: Una de las principales ventajas del sillar reciclado es su contribución a la sostenibilidad al reducir la necesidad de extraer y procesar nueva piedra. Utilizar materiales reciclados puede ayudar a minimizar el impacto ambiental asociado con la explotación de recursos naturales y la producción de nuevos materiales de construcción.

Compatibilidad: El sillar reciclado debe ser evaluado para garantizar su compatibilidad con los materiales existentes y los requisitos de diseño del proyecto. Esto puede incluir consideraciones sobre la resistencia, la absorción de agua, la resistencia a la intemperie y otras propiedades físicas y químicas relevantes.

2.2.6 *Diseño de mezclas*

El método ACI 211 es ampliamente utilizado para el diseño de mezclas de concreto y ha sido desarrollado por el American Concrete Institute (ACI). Este método es fundamental para asegurar que el concreto utilizado en las construcciones cumpla con las especificaciones de resistencia, durabilidad y trabajabilidad requeridas. A continuación, se

expande en detalle cada uno de los principios básicos y el procedimiento general del método ACI 211.

2.2.6.1 Principios Básicos del Método ACI 211

1. Determinación de la resistencia a compresión requerida

La resistencia a compresión es una de las propiedades más importantes del concreto. La resistencia especificada (f'_c) se determina en función de las necesidades estructurales del proyecto y las cargas que la estructura debe soportar. Esta especificación se basa en:

- Normativas y códigos: Las normas locales y los códigos de construcción establecen los valores mínimos de resistencia a compresión.
- Factores de seguridad: Consideraciones de diseño estructural que incorporan márgenes de seguridad.
- Condiciones ambientales: Exposición a ciclos de congelación-descongelación, ambiente marino, etc.

2. Selección del tamaño máximo del agregado

El tamaño máximo del agregado tiene un impacto significativo en la trabajabilidad, la reducción del contenido de agua y la resistencia del concreto. La selección se realiza considerando:

- Tipo de estructura: Elementos delgados o densamente reforzados pueden requerir agregados más pequeños.
- Disponibilidad de materiales: El tamaño máximo disponible localmente y la calidad del agregado.

3. Determinación del contenido de aire

El contenido de aire atrapado o intencionalmente incorporado en la mezcla mejora la durabilidad del concreto frente a ciclos de congelación y descongelación y otros ataques químicos. La cantidad de aire se ajusta según:

- Tamaño del agregado: Agregados más grandes requieren menos aire.

- Condiciones de exposición: Estructuras expuestas a ciclos de congelación-descongelación requieren mayor contenido de aire.

4. Selección de la relación agua/cemento (w/c)

La relación agua/cemento es crucial para controlar la resistencia, la durabilidad y la trabajabilidad del concreto. Se determina en función de:

- Resistencia requerida: Relación inversa entre la w/c y la resistencia del concreto.
- Durabilidad: Relación más baja para mejorar la durabilidad.
- Trabajabilidad: Consideraciones de manejabilidad y facilidad de colocación.

5. Determinación del contenido de cemento

El contenido de cemento necesario se calcula a partir de la relación agua/cemento y el contenido de agua requerido. Factores que influyen incluyen:

- Resistencia deseada: Mayor resistencia requiere mayor contenido de cemento.
- Durabilidad: Contenido adecuado de cemento para resistir condiciones agresivas.
- Economía: Balance entre costo y desempeño.

6. Ajuste del contenido de agregados

El contenido de agregados finos y gruesos se ajusta para obtener una mezcla de concreto homogénea y trabajable. Los ajustes consideran:

- Granulometría: Distribución del tamaño de las partículas.
- Volumen absoluto: Proporciones de cada componente para optimizar la mezcla.
- Absorción y humedad: Ajustes según la absorción y la humedad superficial de los agregados.

7. Determinación del contenido de agua

El contenido de agua es crítico para la trabajabilidad y la hidratación del cemento. Se determina basándose en:

- Trabajabilidad requerida: Asentamiento del concreto (slump).
- Condiciones ambientales: Clima caliente o seco puede requerir más agua.
- Tamaño máximo del agregado: Influencia en la cantidad de agua necesaria.

2.2.6.2 Procedimiento General del Método ACI 211

1. Selección de los materiales

La selección adecuada de materiales es fundamental para el diseño de mezclas de concreto:

- Cemento: Tipo y características (Portland, pozolánico, etc.).
- Agregados: Propiedades físicas, granulometría y calidad.
- Agua: Debe cumplir con las especificaciones de pureza.
- Aditivos: Mejoran propiedades específicas como la trabajabilidad, tiempo de fraguado, etc.

2. Cálculos preliminares

Se realizan cálculos preliminares para establecer las proporciones básicas de los materiales:

- Estimación inicial: Basada en experiencias previas y datos de proyectos similares.
- Pruebas de laboratorio: Realización de mezclas de prueba para verificar propiedades.

3. Pruebas de laboratorio

Las pruebas de laboratorio son esenciales para ajustar y validar la mezcla:

- Pruebas de trabajabilidad: Ensayo de asentamiento (slump test).
- Pruebas de resistencia: Ensayos de compresión en probetas cilíndricas.
- Pruebas de durabilidad: Evaluación de la resistencia a ciclos de congelación-descongelación, penetración de cloruros, etc.

4. Ajustes finales y validación

Con base en los resultados de las pruebas de laboratorio, se realizan ajustes finales:

- Optimización: Ajuste de proporciones para mejorar el desempeño del concreto.
- Documentación: Registro detallado de la mezcla final y sus propiedades.

Ventajas del Método ACI 211

- Precisión: Proporciona un enfoque sistemático para asegurar la calidad del concreto.



- **Adaptabilidad:** Se puede ajustar para diferentes tipos de proyectos y condiciones ambientales.
- **Fiabilidad:** Basado en investigaciones y experiencias extensas, garantiza mezclas de concreto con propiedades predecibles.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Agregado

En el ámbito de la construcción, el término "árido" se refiere a sustancias granulares como arena, grava, piedra triturada o escoria. Estos elementos se combinan con cemento y agua para crear hormigón o mortero. Los áridos aumentan el volumen y la estabilidad de las mezclas de construcción.

2.3.2 Asentamiento

El asentamiento de concreto se refiere a la distancia que desciende una muestra de concreto fresco cuando se retira una herramienta de medición estándar llamada cono de Abrams. Este ensayo proporciona una indicación de la trabajabilidad y la plasticidad del concreto fresco.

2.3.3 Cemento

El cemento es un material aglutinante en polvo que, cuando se mezcla con agua, forma una pasta que fragua y endurece con el tiempo. Este proceso es conocido como hidratación y da como resultado un material sólido y resistente llamado concreto. El cemento es uno de los componentes esenciales en la construcción y se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, desde la fabricación de estructuras hasta pavimentos y elementos decorativos.

2.3.4 Concreto

El concreto es un material de construcción ampliamente utilizado en la ingeniería civil y la construcción de estructuras. Sus componentes principales son agua, (arena y grava) y cemento. Además, en algunas ocasiones, pueden agregarse aditivos o adiciones para mejorar ciertas propiedades del concreto.

2.3.5 Piedra pómez pulverizada

La piedra pómez pulverizada es simplemente piedra pómez que ha sido procesada en un polvo fino o pulverizado. Este material resultante tiene una textura suave y ligera debido a la porosidad natural de la piedra pómez. La pulverización de la piedra pómez la convierte en un polvo fino que se puede utilizar en una variedad de aplicaciones.

2.3.6 Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es la habilidad del concreto para resistir una carga por cada unidad de área. Es una cualidad fundamental del concreto después de haberse endurecido, típicamente evaluada a los 28 días de haber sido colocado.

2.3.7 Sillar reciclado

El "sillar reciclado" podría referirse a la reutilización o reciclaje de sillares, que son bloques de piedra labrada generalmente utilizados en la construcción de edificios y muros. Este proceso implica tomar sillares que ya han sido utilizados en estructuras anteriores, recuperarlos, limpiarlos y prepararlos para un nuevo uso en la construcción.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de Investigación

Dentro de este tema, el "diseño" se refiere al plan o enfoque intencional formulado para obtener la información necesaria para resolver un determinado problema. Por lo tanto, es crucial seguir estrictamente un cierto conjunto de protocolos para asegurar que el



estudio realizado finalmente produzca resultados significativos. (Hernandez & Baptista, 2014). La investigación propuesta se realizará de forma experimental, implicando la modificación de factores y la inclusión de un grupo control, así como grupos adicionales con otras combinaciones de variables. Para lograr este objetivo, emplearemos sillar reciclado y piedra pómez triturada.

3.2 Método de la Investigación

Tamayo & Tamayo (2012) definen el método científico como un conjunto de metodologías que permiten la formulación de indagaciones científicas, así como la validación de hipótesis e instrumentos de investigación. La investigación en la disciplina científica se emplea principalmente para recopilar información. Para llegar a una conclusión, es importante avanzar sistemáticamente a través de una secuencia de etapas.

3.3 Tipo y nivel de la investigación

3.3.1 Tipo de investigación

Hernández y Baptista (2014) definen la "investigación aplicada" como una forma de estudio que pretende abordar dificultades prácticas identificadas dentro de un determinado campo del conocimiento. La investigación propuesta emplearía una estrategia de investigación aplicada, que implica el uso de metodologías, procedimientos y procesos secuenciales específicos para obtener la información deseada.

3.3.2 Nivel de Investigación

Mario Bunge clasifica la investigación en dos grandes tipos: investigación pura e investigación aplicada, según su esquema de categorización. La investigación pura se realiza sólo para adquirir conocimientos, mientras que la investigación aplicada se lleva a cabo con el objetivo primordial de mejorar o desarrollar algo. Dado que el estudio incluirá variables que pueden utilizarse para examinar las relaciones causa-efecto, se utilizará un diseño explicativo para el proyecto de investigación. Este diseño se pone en práctica

mediante la realización de una intervención dirigida a inducir cambios en los grupos de control.

3.4 Muestra y población

3.4.1 Muestra

Para recopilar datos, es esencial dividir la población objeto de estudio en subgrupos más pequeños, conocidos comúnmente como muestras. Antes de iniciar el proyecto de estudio, es crucial identificar y elegir con precisión un subgrupo específico de toda la población. Según Hernández y Baptista (2014), en la página 173, este subgrupo debe ser también una muestra representativa de la población total. La muestra de hormigón estará compuesta por cantidades variables de piedra pómez triturada y sillar recuperado. El hormigón poseerá una resistencia a la compresión de 210 kg/cm².

3.4.2 Población

En su trabajo, Hernández y Baptista (2014, página 165) definen los términos "población" o "universo" como referidos a un conjunto de entidades que poseen características comunes y que pueden ser utilizadas para el objetivo de recolección de datos. La población estará constituida por hormigones que posean las cualidades distintivas encontradas en los creados en la ciudad de Azángaro.

Figura 3

Muestras a elaborarse.

| DESCRIPCIÓN | % | TOTAL | DIAS |
|---------------------------------------|------|--------------|-----------------|
| Concreto patrón | 0% | | |
| Concreto con piedra pómez pulverizada | 0.8% | | |
| Concreto con piedra pómez pulverizada | 1% | | |
| Concreto con piedra pómez pulverizada | 1.2% | 15 briquetas | 7, 14 y 28 días |
| Concreto con sillar reciclado | 0.5% | | |
| Concreto con sillar reciclado | 1% | | |

| | |
|-------------------------------|------|
| Concreto con sillar reciclado | 1.5% |
|-------------------------------|------|

3.5 Técnicas e instrumentos para obtención de datos

3.5.1 Técnicas

Los enfoques de la investigación científica facilitan la aplicación de metodologías a través de un procedimiento sistemático, permitiendo a la comunidad científica llevar a cabo sus investigaciones de manera organizada y estructurada. Estos métodos son esenciales para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos, ya que proporcionan un marco claro y replicable para la investigación (Hernández & Duana, 2020, pág. 51).

En la presente investigación se empleará la técnica de observación para evaluar las ventajas de utilizar piedra pómez pulverizada y sillar reciclado en el concreto. Esta técnica permitirá recolectar datos detallados y específicos sobre las propiedades y el comportamiento del concreto con estos materiales alternativos. Los instrumentos de recolección de datos incluirán fichas de observación y formatos de campo, que serán utilizados para registrar de manera precisa y sistemática todas las observaciones relevantes durante el proceso de investigación. Estos registros proporcionarán una base sólida de datos que facilitará el análisis y la interpretación de los resultados, contribuyendo así a una comprensión más profunda de las ventajas y posibles aplicaciones de estos materiales en la construcción.

3.5.2 Instrumentos

La investigación se fundamenta en el uso de instrumentos, que son equipos y herramientas de medición, esenciales para la recopilación de datos empíricos. Estos instrumentos permiten obtener información precisa y cuantificable que es crucial para el análisis y la interpretación de los resultados de la investigación. Es de vital importancia validar todos los instrumentos de estudio para asegurar que sean capaces de recoger datos de manera fiable y consistente, evitando así posibles errores o sesgos que podrían afectar la validez de los resultados obtenidos (Hernández & Duana, 2020, pág. 52).

En esta investigación en particular, se utilizará como instrumento principal una guía de observación. Este instrumento facilitará la recopilación sistemática de datos a través de formatos de laboratorio y observación de campo. La guía de observación estará diseñada para capturar detalles específicos sobre el comportamiento y las características del concreto cuando se emplean materiales como la piedra pómez pulverizada y el sillar reciclado. Los formatos de laboratorio permitirán documentar observaciones en un entorno controlado, mientras que los formatos de campo se utilizarán para registrar datos en condiciones reales de uso. La combinación de estos formatos asegurará una recolección de datos exhaustiva y detallada, proporcionando una base sólida para el análisis posterior y la validación de las hipótesis planteadas en la investigación.

3.6 Procedimiento para la recolección de datos

3.6.1 Desarrollo del plan

ETAPA I: UBICACIÓN DE LA MATERIA

Cantera de Rio Azángaro: En este lugar, la extracción de agregados de orillas del río se realiza de dos formas: artesanal y con la asistencia de maquinaria. Además, en sus cercanías, hay vegetación, como la paja, y áreas de pastoreo utilizadas por la ganadería.

Piedra pómez pulverizada: La piedra pómez pulverizada es el resultado de moler la piedra pómez, un abrasivo natural de origen volcánico. Se emplea en la producción de exfoliantes para pies, manos y codos, además de en productos cosméticos destinados al cuidado de la piel. Su fina textura la hace idónea para procesos de hidroarenado y para rellenar poros en ciertos materiales. Es fundamental seguir las instrucciones de uso para aprovechar al máximo sus ventajas en diversas aplicaciones.

Sillar reciclado: En la fabricación de hormigón, la palabra "sillar reciclado" se refiere a la utilización de sillar desechado, que es un tipo de roca volcánica, como componente de la porción de árido grueso. Según los hallazgos de un estudio realizado en Arequipa, Perú, esfuerzo mecánico del concreto se ve afectada de manera diferente cuando se utiliza sillar



reciclado. Según los hallazgos, la incorporación de sillar reciclado al hormigón tiene un impacto en esfuerzo a la compresión, la resistencia a la tracción indirecta y a la flexión del material. Según los hallazgos, un porcentaje de adición superior al 15-30% tiende a disminuir la resistencia en cuestión.

ETAPA II: PROPIEDADES DEL AGREGADO

Ensayos para los agregados

Contenido de humedad

$$\%w = \frac{Ww}{Wg} * 100$$

Peso específico y absorción del AF

$$\%Absorcion = \frac{A}{(B - C)} * 100$$

Peso unitario suelto

$$P.U.S. = \frac{P. Suelo}{Vol. Recipiente}$$

Peso varillado

$$P.U.C. = \frac{P. Agregado}{Vol. Recipiente}$$

ETAPA III: DISEÑO DE MEZCLA

Elección de los componentes adecuados: Esto abarca la selección de cemento, agregados, agua y aditivos.

Establecimiento de las proporciones relativas: También denominado "proporcionamiento", este paso busca lograr un concreto económico con la adecuada trabajabilidad, resistencia a la compresión y durabilidad.



A pesar de importantes investigaciones sobre los elementos teóricos del diseño de mezclas, se trata principalmente de un enfoque empírico. Aunque el hormigón tiene muchas propiedades útiles, la mayoría de los enfoques de diseño apuntan a una cierta resistencia a la compresión a una cierta edad y a una trabajabilidad suficiente.

RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO:

- ❖ Selección de caída: en ausencia de una caída establecida, usted tiene la libertad de elegir un valor que sea apropiado para su actividad.
- ❖ Selección óptima del tamaño máximo de agregado: Normalmente, el tamaño máximo de agregado debe elegirse como la mayor opción económicamente viable que se alinee con las dimensiones de los elementos estructurales.
- ❖ Determinación del volumen combinado de agua y aire.
- ❖ Selección de la relación agua-cemento o agua-material cementante.
- ❖ Determinación de la cant. cemento.
- ❖ Determinación de la cant. de árido de gran tamaño presente.
- ❖ Determinación de la cantidad de árido fino.
- ❖ Peso total después de ajustar por contenido de humedad Volumen de agua mezclada.

Antes de comenzar a diseñar la mezcla de concreto, es esencial recopilar información básica sobre las materias primas. Esto incluye el análisis de cribado de áridos finos y gruesos, el peso unitario del agregado grueso (densidad de varilla seca), el peso específico a granel y la absorción de agua o contenido de humedad del agregado. Además, se deben considerar los requerimientos de agua para la mezcla de concreto, basados en la experiencia con los agregados disponibles. También es importante conocer la gravedad específica cuando se utiliza cemento Portland u otros materiales cementosos, así como la relación entre la resistencia y la relación agua-cemento o la relación agua-cemento-otro cemento para las combinaciones disponibles de cemento y otros materiales cementosos, si se utilizan.

ETAPA IV: RESISTENCIA A ESFUERZO



Las propiedades de desempeño del concreto a menudo se evalúan mediante la prueba antes mencionada, que proporciona información útil para la fase de diseño de diferentes proyectos de construcción. Es una práctica habitual utilizar probetas cilíndricas para ensayar la resistencia a esfuerzo del hormigón.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}; A = \frac{\pi\phi^2}{4}$$

Dónde:

f'c: Resistencia de rotura a la compresión del concreto (kg/cm²).

P: Carga (kg).

φ: Diámetro (cm).

A: Área (cm²).

ETAPA V: RESULTADOS

Los resultados serán analizados y presentados a través de tablas comparativas, las cuales destacarán los resultados obtenidos al comparar diferentes grupos de tiempo y distintos porcentajes.

3.7 Procesamiento de datos

Se emplearán herramientas como tablas, gráficos y cálculos para gestionar y analizar la información. Los experimentos seguirán metodologías confiables que permitan la recopilación sistemática de datos, garantizando resultados precisos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos.

Las tablas 2-4 muestran los resultados de los ensayos realizados con los áridos G y F procedentes de la cantera de Rio Azángaro.

Ensayos de análisis granulométrico:

Tabla 2

Granulometría del AG

| MALLA | PESO RETEND. | %RET. PARCIAL | %RET. ALMACENADO | % PASA | ESPEC. |
|------------|--------------|---------------|------------------|--------|------------|
| 2 1/2" | | | | 100.00 | |
| 2" | | | | 100.00 | |
| 1 1/2" | | | | 100.00 | |
| 1" | 58.00 | 1.66 | 1.66 | 98.34 | 100 % |
| 3/4" | 441.00 | 12.60 | 14.26 | 85.74 | 90 - 100 % |
| 1/2" | 1109.00 | 31.69 | 45.94 | 54.06 | |
| 3/8" | 594.00 | 16.97 | 62.91 | 37.09 | 20 - 55 % |
| 1/4" | | | | | |
| No4 | 1298.00 | 37.09 | 100.00 | 0.00 | 0 - 10 % |
| TAPA FINAL | | 0 | 0 | 100 | 0 |
| TOTAL | | 3500 | 100 | | |
| % GASTO | | 0 | | | |

Figura 4

Curva granulométrica

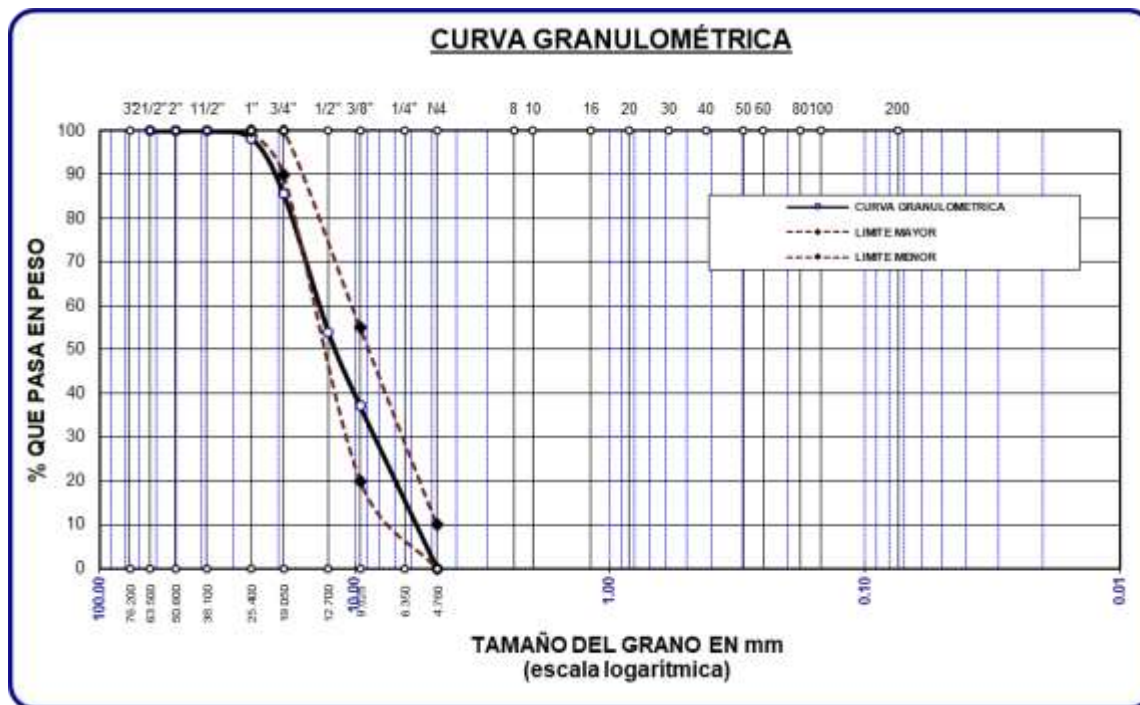


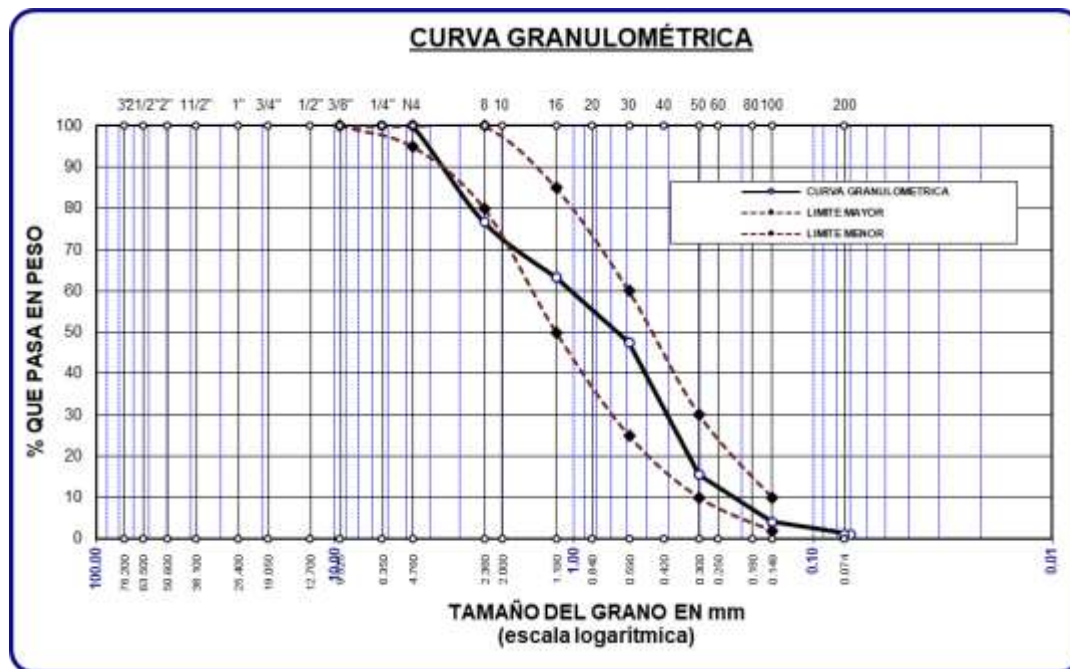
Tabla 3

Granulometría del AF

| MALLA | PESO RET. | % PARCIAL | %RET. ALMACENADO | % QUE PASA | ESPECIF. |
|-----------|-----------|-----------|------------------|------------|------------|
| No4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95 - 100 % |
| No8 | 116.62 | 23.32 | 23.32 | 76.68 | 80 - 100 % |
| No16 | 66.85 | 13.37 | 36.69 | 63.31 | 50 - 85 % |
| No20 | | | | | |
| No30 | 78.65 | 15.73 | 52.42 | 47.58 | 25 - 60 % |
| No40 | | | | | |
| No 50 | 160.35 | 32.07 | 84.49 | 15.51 | 10 - 30 % |
| No60 | | | | | |
| No100 | 56.84 | 11.37 | 95.86 | 4.14 | 2-10% |
| No200 | 14.95 | 2.99 | 98.85 | 1.15 | |
| BASE | | 5.74 | 1.15 | 100 | 0.00 |
| TOTAL | | 500 | 100 | | |
| % PÉRDIDA | | 3.76 | | | |

Figura 5

Curva granulométrica



Módulo de fineza

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos (3" , 1 1/2" , 3/4" , 3/8" , N\#4)}}{100}$$

$$MF = 2.93$$

CONTENIDO DE HUMEDA:

Tabla 4

Contenido Humedad.

| MUESTRA | AGREG. FINO | AGREG. GRUESO |
|--------------------------------------|---------------|---------------|
| Masa de la M. húmeda más tarro (gr.) | 304.58 | 440.21 |
| Masa de la M. seca más tarro (gr.) | 289.65 | 425.62 |
| Masa del tarro (gr.) | 51.24 | 59.84 |
| Masa de la M. húmeda (gr.) | 253.34 | 380.37 |
| Masa de la M. seca (gr.) | 238.41 | 365.78 |
| Masa de H ₂ O (gr.) | 14.93 | 14.59 |
| Porcentaje de humedad | 6.26 | 3.99 |



Se aprecia los contenidos de humedad de agregados naturales procedentes de la cantera Unocolla, donde el agregado fino llego a una humedad de 6.26%, mientras el agregado grueso llego a 3.99%.

ENSAYO DE AGREGADOS

(FINO)

❖ **P. específico:**

$$W_c + B = 1805$$

$$W_c + B - W = 196$$

$$Pe = \frac{B}{W_c + B - W} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$$

$$Pe = 2.55 \text{ gr/cm}^3$$

❖ **Absor.:**

$$B - A = 15.02$$

$$Abs = \frac{(B - A) * 100}{A} = 3.10 \%$$

$$Abs = 3.10\%$$

(GRUESO)

❖ **P. específico:**

$$W_c + B = 2105$$

$$W_c + B - W = 316$$

$$Pe = \frac{B}{W_c + B - W} = 2.53 \text{ g/cm}^3$$

$$Pe = 2.53 \text{ g/cm}^3$$

❖ **Absor.:**

$$B - A = 15.38$$

$$Abs = \frac{(B - A) * 100}{A} = 1.96 \%$$

$$Abs = 1.96\%$$



ENSAYOS DE PESO SUELTOS:

Tabla 5

AF (suelto)

| | PESO (SUELTO) | | |
|--|--------------------------|---------------|---------------|
| Molde | 5920 | 5920 | 5920 |
| Volumen | 2128 | 2128 | 2128 |
| Posición de muestra | SUELTO | SUELTO | SUELTO |
| Contenedor con muestra suelta | 9285 | 9300 | 9290 |
| Muestra no compactada | 3365 | 3380 | 3370 |
| Densidad mínima de la muestra sin humedad | 1.581 | 1.588 | 1.584 |
| Promedio | 1.584 gr/cm ³ | | |

Se observa los resultados del agregado fino suelto, el cual se determinó a partir de tres muestras, obteniendo un promedio de 1.584 gr/cm³.

Tabla 6

AG (suelto)

| | PESO (SUELTO) | | |
|--|--------------------------|---------------|---------------|
| Molde | 7105 | 7105 | 7105 |
| Volumen | 3241 | 3241 | 3241 |
| Posición de muestra | SUELTO | SUELTO | SUELTO |
| Contenedor con muestra suelta | 11815 | 11835 | 11845 |
| Muestra no compactada | 4710 | 4730 | 4740 |
| Densidad mínima de la muestra sin humedad | 1.453 | 1.459 | 1.463 |
| Promedio | 1.458 gr/cm ³ | | |

Se observa los resultados del AG suelto, el cual se determinó a partir de tres muestras, obteniendo un promedio de 1.458 gr/cm³.

ENSAYOS DE PESO COMPACTADOS

Tabla 7

AF (Compactado)

| | PESO (COMPACTADO) | | |
|------------------------------------|--------------------------|-------|-------|
| Molde | 5920 | 5920 | 5920 |
| Volumen | 2128 | 2128 | 2128 |
| Nº de capas | 3 | 3 | 3 |
| Nº de golpes | 25 | 25 | 25 |
| Mold. + muestra compactada | 9485 | 9490 | 9485 |
| Muestra compact. | 3565 | 3570 | 3565 |
| Densidad de la muestra seca | 1.675 | 1.678 | 1.675 |
| Promedio | 1.676 gr/cm ³ | | |

Se observa los resultados del agregado fino compactado, el cual se determinó a partir de tres muestras, obteniendo un promedio de 1.676 gr/cm³.

Tabla 8*AG (Compactado)*

| | PESO (COMPACTADO) | | |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------------|-------|
| Molde | 7105 | 7105 | 7105 |
| Volumen | 3241 | 3241 | 3241 |
| Nº de capas | 3 | 3 | 3 |
| Nº de golpes | 25 | 25 | 25 |
| Mold. + m. compactada | 12235 | 12190 | 12230 |
| Muestra Varillada | 5130 | 5085 | 5125 |
| Peso máximo de la muestra seca | 1.583 | 1.569 | 1.581 |
| Promedio | | 1.578 gr/cm ³ | |

Se observa los resultados del agregado grueso compactado, el cual se determinó a partir de tres muestras, obteniendo un promedio de 1.676 gr/cm³.

4.1.1 Resultados concernientes al diseño de mezcla de un concreto convencional, según diseño de mezclas.

Tabla 9*Características de agregados*

| CARACTERÍSTICAS | AG | AF |
|---|------|------|
| Densidad específica saturada y superficialmente seca | 2.53 | 2.55 |
| Peso volumétrico compactado | 1578 | 1676 |
| Peso volumétrico suelto | 1458 | 1584 |
| Porcentaje de absorción | 1.96 | 3.10 |
| Porcentaje de humedad | 3.99 | 6.26 |
| Módulo Fineza | | 2.93 |

La tabla 9 compara las características de agregados gruesos (AG) y finos (AF), mostrando que los agregados finos tienen mayores valores de peso volumétrico (compactado y suelto), porcentaje de absorción y humedad, mientras que ambos tipos tienen una densidad específica y módulo de finura similares.



DISEÑO DE MEZCLA

Esfuerzo Promedio:

$$F_{cr}=294 \text{ kg/cm}^2$$

Contenido de Agua y Aire:

- Agua: 205 kg/m^3
- Aire: 2.00%

Relación Agua/Cemento (a/c):

$$a/c=0.55$$

Factor de Cemento:

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

Peso del Agregado Grueso:

$$PAG=955 \text{ kg/m}^3$$

Volúmenes Absolutos:

$$\text{Agua: } 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento: } 0.129 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso: } 0.376 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire incorporado: } 0.020 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen subtotal: } 0.730 \text{ m}^3$$

Volumen del Agregado Fino (V_AF):

$$VAF=0.270 \text{ m}^3$$

Peso del Agregado Fino (P_AF):

$$PAF=688 \text{ kg/m}^3$$

Ajustes para Condiciones Húmedas:

- Agregado grueso húmedo: 993 kg
- Agregado fino húmedo: 731 kg

Tabla 10

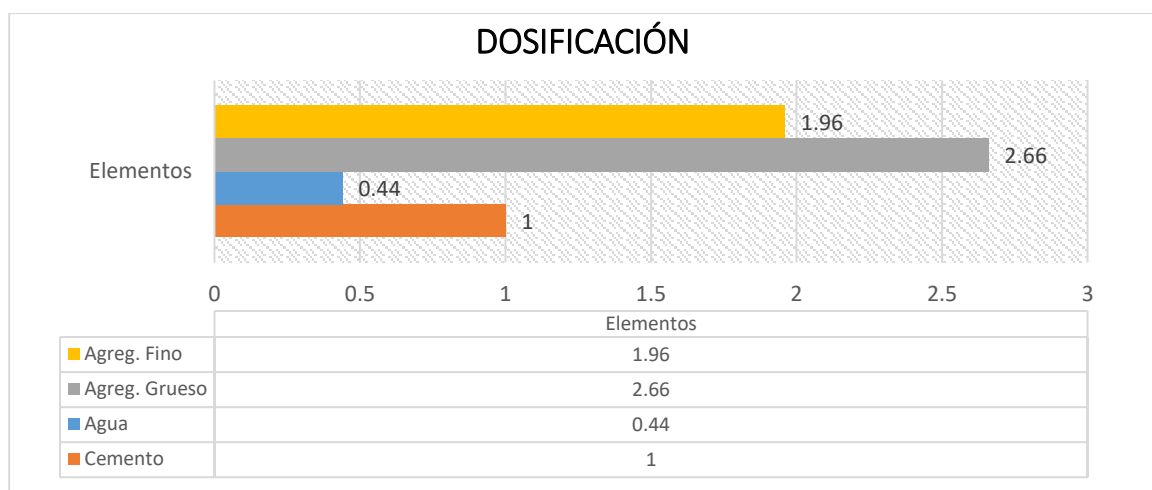
Dosificación del diseño en estados seco

| AGREGADO | SECO | VOL. SECO | HÚMEDO) | VOL. HÚMEDO |
|----------------|-------|-----------|---------|-------------|
| Cemento | 373 | 1.00 | 373 | 1.00 |
| Agua | 205 | 0.55 | 164 | 0.44 |
| A. G. | 955 | 2.66 | 993 | 2.66 |
| A. F. | 688 | 1.85 | 731 | 1.96 |
| Aire | 2.0 % | | 2.0 % | |

La tabla ilustra los intervalos según diseño de mezclas para creación de concreto estándar, donde las dosificaciones en proporción en volumen peso húmedo es 1.00: 0.44: 2.66: 1.96 de cemento, agua, AG, AF, respectivamente.

Figura 6

Dosificaciones del diseño de mezclas



La figura se aprecia las cantidades de materiales en volumen para la elaboración de concreto estándar.

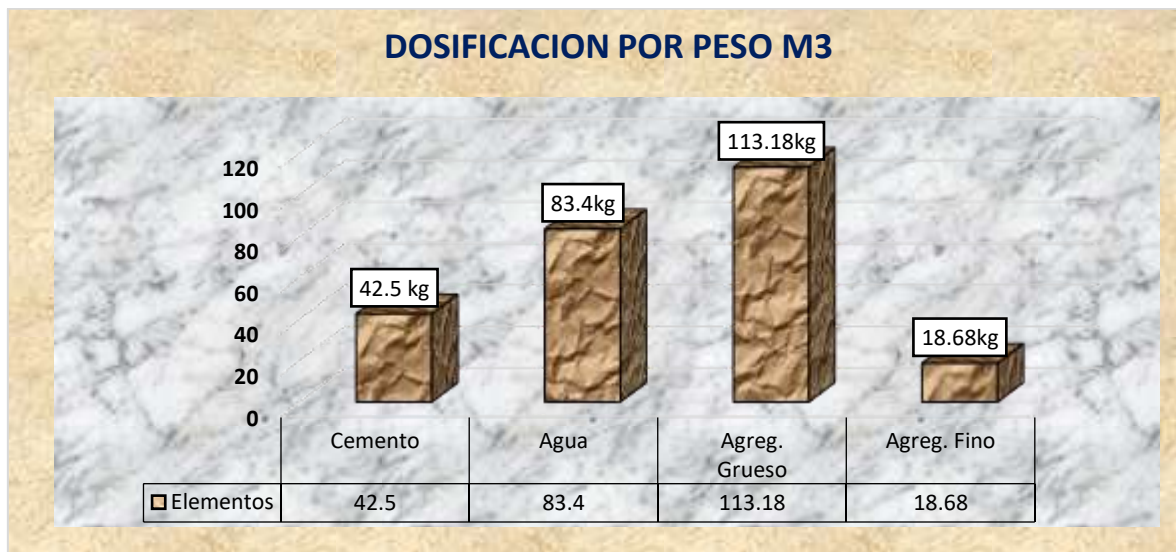
Tabla 11

Proporción por m3

| DOSIFICACIÓN POR PESO | |
|-----------------------|-----------|
| Cemento | 42.50 kg |
| Agreg. F. | 83.40 kg |
| Agreg. G. | 113.18 kg |
| Agua | 18.68 kg |

Figura 7

Dosificaciones del diseño.



La Figura 7 muestra la dosificación por peso de diferentes componentes en el diseño de mezclas, especificando las cantidades en kilogramos por metro cúbico (M3). Los componentes incluyen cemento (42.5 kg), agua (83.4 kg), agregado grueso (113.18 kg) y agregado fino (18.68 kg). La gráfica ilustra visualmente la proporción relativa de cada componente en la mezcla.

Tabla 12

Dosificación de la piedra pómez pulverizada

| Materiales | (Patrón) | (0.8%) | (1%) | (1.2%) |
|--------------------------------------|----------|--------|------|--------|
| Cemento (Kg) | 373 | 373 | 373 | 373 |
| Agua (Litros) | 164 | 164 | 164 | 164 |
| A. Grueso (Kg) | 993 | 993 | 993 | 993 |
| A. Fino (Kg) | 731 | 731 | 731 | 731 |
| Piedra pómez pulverizada (Kg) | 0.00 | 2.98 | 3.73 | 4.48 |

En el hormigón convencional se incorporan diversas proporciones de piedra pómez en polvo, y la tabla presenta una ilustración de las interacciones entre los ingredientes que se utilizan en la producción de hormigón convencional.

Tabla 13

Dosificación del sillar reciclado

| Materiales | (Patrón) | (0.5%) | (1%) | (1.5%) |
|-----------------------|----------|--------|------|--------|
| Cemento (Kg) | 373 | 373 | 373 | 373 |
| Agua (Litros) | 164 | 164 | 164 | 164 |
| A. Grueso (Kg) | 993 | 993 | 993 | 993 |
| A. Fino (Kg) | 731 | 731 | 731 | 731 |
| Sillar reciclado (Kg) | 0.00 | 1.87 | 3.73 | 5.60 |

Mediante el uso de sillar reciclado en cantidades variadas, la tabla presenta una ilustración de las conexiones entre los componentes necesarios para la producción de hormigón ordinario.

4.1.2 Resultados concernientes al asentamiento del concreto con la adición de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado

Tabla 14

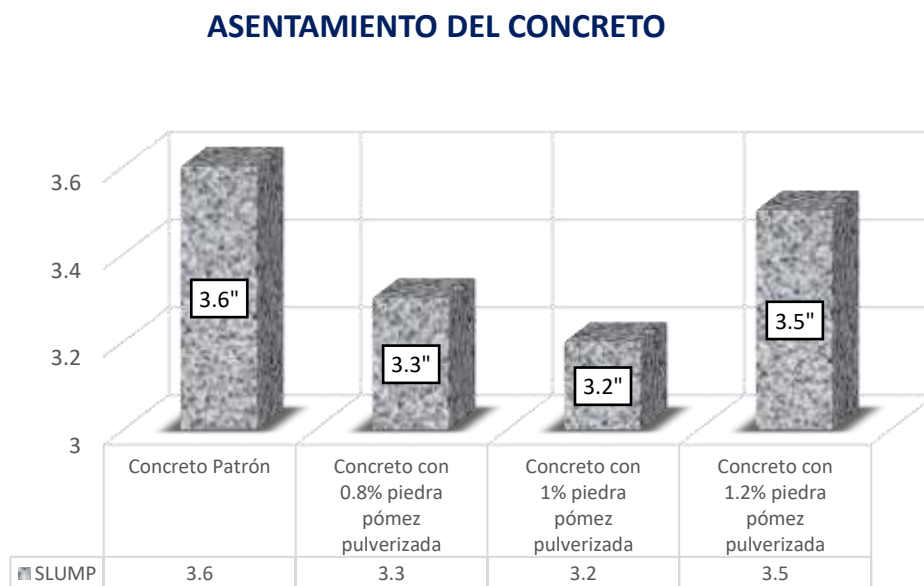
Consistencia del concreto + piedra pómez pulverizada

| TIPO | SLUMP | TRABAJABILIDAD |
|--|-------|----------------|
| Concreto Patrón | 3.6" | Trabajable |
| Concreto + 0.8% piedra pómez pulverizada | 3.3" | Trabajable |
| Concreto + 1.0% piedra pómez pulverizada | 3.2" | Trabajable |
| Concreto + 1.2% piedra pómez pulverizada | 3.5" | Trabajable |

La Tabla 14 presenta la consistencia del concreto con la adición de diferentes proporciones de piedra pómez pulverizada. Los datos muestran que el concreto patrón tiene un slump de 3.6 pulgadas y es trabajable. Al agregar 0.8%, 1.0% y 1.2% de piedra pómez pulverizada, los slumps resultantes son de 3.3, 3.2 y 3.5 pulgadas respectivamente, manteniendo la trabajabilidad en todos los casos.

Figura 8

Asentamiento de concreto



La figura ilustra cómo cambia el asentamiento del concreto al agregar piedra pómez pulverizada en distintas proporciones, lo que produce un efecto variable. A medida que se agrega este elemento, la muestra adquiere una consistencia ligeramente más fluida.

Tabla 15

Asentamiento del concreto + sillar reciclado

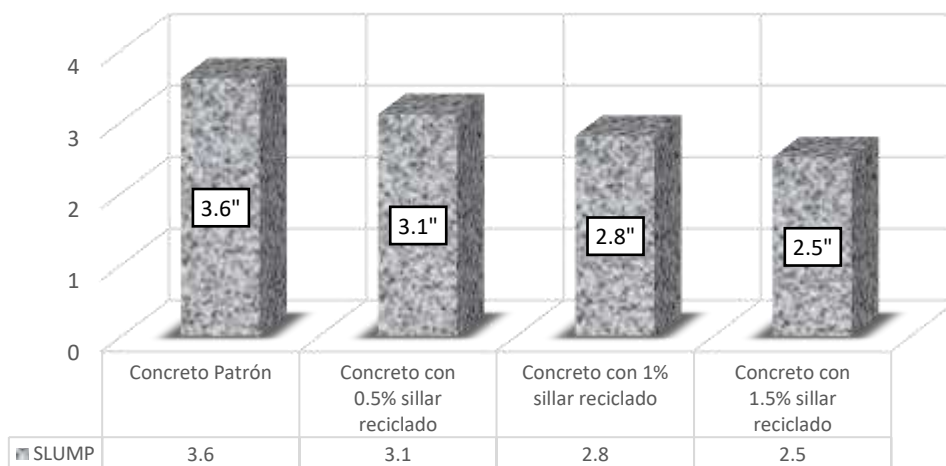
| TIPO | SLUMP | TRABAJABILIDAD |
|------------------------------------|-------|-----------------|
| Concreto Patrón | 3.6" | Trabajable |
| Concreto con 0.5% sillar reciclado | 3.1" | Trabajable |
| Concreto con 1% sillar reciclado | 2.8" | Poco Trabajable |
| Concreto con 1.5% sillar reciclado | 2.5" | Poco Trabajable |

La Tabla 15 muestra el asentamiento del concreto con empleo de sillar reciclado. El concreto estandar tiene un slump de 3.6 pulgadas y es trabajable. Con la adición de 0.5% de sillar reciclado, el slump disminuye a 3.1 pulgadas, manteniendo la trabajabilidad. Sin embargo, al incrementar la proporción a 1% y 1.5%, los slumps disminuyen a 2.8 y 2.5 pulgadas respectivamente, resultando en una trabajabilidad "poco trabajable".

Figura 9

Asentamiento de concreto

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO



La figura ilustra cómo cambia el asentamiento del concreto al agregar diferentes cantidades de sillar reciclado. A medida que se añade el elemento, la manejabilidad del concreto disminuye, volviéndose menos manejable.

4.1.3 Resultados concernientes a la resistencia del concreto con adición de la piedra pómez pulverizada y sillar reciclado.

A. Resistencia de la muestra estándar

Prueba a 7 días

Tabla 16

Ensayo de resistencia del concreto a 7 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA (Kg/cm ²) | EDAD | RESISTENCIA |
|---------|------------|------------------------------|------|---------------------------|
| M 1 | 29216 | 165.77 | 7 | 166.49 kg/cm ² |
| M 2 | 29362 | 166.60 | 7 | |
| M 3 | 29195 | 164.99 | 7 | |
| M 4 | 29204 | 165.70 | 7 | |
| M 5 | 29854 | 169.39 | 7 | |

Se sometieron cinco muestras de hormigón a ensayos de resistencia a la compresión y los resultados se muestran en la tabla. El valor medio fue de 166,49 kg/cm².

Figura 10

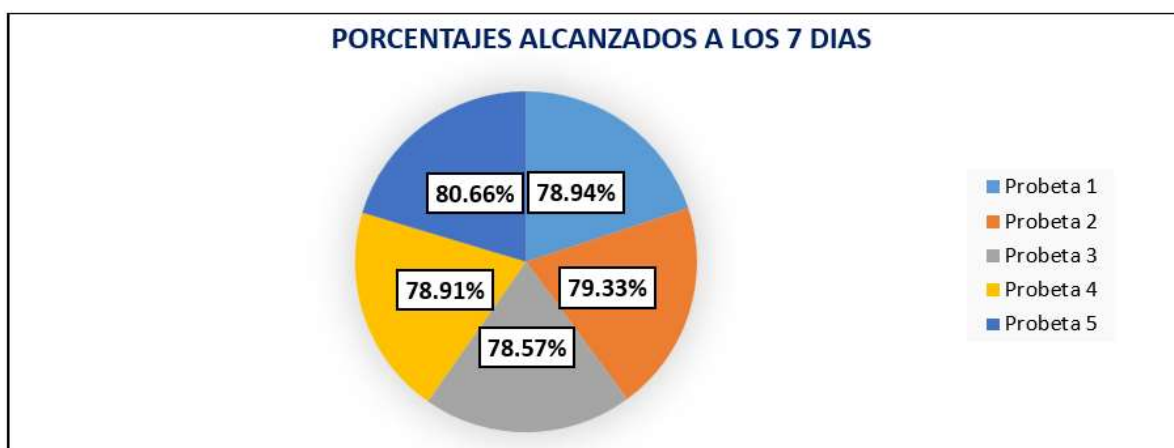
Capacidad alcanzada a 7 días, prueba estándar.



La figura 10 muestra un gráfico de barras con la resistencia alcanzada en cinco probetas de concreto a los 7 días. Los valores de resistencia son: Probeta 1: 165.77, Probeta 2: 166.6, Probeta 3: 164.99, Probeta 4: 165.7 y Probeta 5: 169.39. El gráfico permite comparar visualmente las resistencias de cada probeta.

Figura 11

Porcentaje logrado del concreto estándar en 7 días.



La figura proporcionada ilustra las mejoras porcentuales en la resistencia al esfuerzo del concreto a los 7 días de su consolidación. El hormigón diseñado, con un valor $f'c$ de 210 kg/cm², alcanzó un incremento medio del 79,28%.

Prueba en 14 días

Tabla 17

Ensayo de resistencia del concreto a 14 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA (Kg/cm ²) | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|------------------------------|------|---------------------------|
| M 1 | 31195 | 177.00 | 14 | 176.76 kg/cm ² |
| M 2 | 31205 | 177.06 | 14 | |
| M 3 | 31187 | 176.25 | 14 | |
| M 4 | 31216 | 176.41 | 14 | |
| M 5 | 31207 | 177.07 | 14 | |

La Tabla 17 muestra los resultados del ensayo de resistencia del concreto a 7 días, destacando cargas aplicadas y esfuerzos de rotura en cinco muestras, con un promedio de resistencia de 176.76 kg/cm². Todas las muestras tienen una edad de 14 días. Los valores de esfuerzo de rotura oscilan entre 176.25 y 177.07 kg/cm².

Figura 12

Capacidad alcanzada a 14 días, prueba estándar.



La Figura 12 muestra un gráfico de barras con la resistencia alcanzada a los 14 días en cinco probetas de concreto. Los valores de resistencia varían ligeramente entre 176.25 y 177.07 kg/cm². El gráfico permite comparar visualmente las resistencias de cada probeta estándar.

Figura 13

Porcentaje logrado del concreto estándar en 7 días.



La Figura 13 muestra un gráfico circular con los porcentajes de resistencia alcanzados a los 14 días en cinco probetas de concreto. Los valores oscilan entre 83.93% y 84.32%. El gráfico facilita la comparación visual de los resultados obtenidos por cada probeta estándar.

Prueba en 28 días

Tabla 18

Ensayo de resistencia del concreto a 28 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|------|---------------------------|
| M 1 | 38695 | 218.68 | 28 | 219.05 kg/cm ² |
| M 2 | 38684 | 218.62 | 28 | |
| M 3 | 38712 | 219.65 | 28 | |
| M 4 | 38703 | 219.60 | 28 | |
| M 5 | 38697 | 218.69 | 28 | |

La Tabla 18 ilustra los resultados del concreto a 28 días para cinco muestras, con esfuerzos de rotura entre 218.62 y 219.65 kg/cm². Las cargas aplicadas varían entre 38684 y 38712 kg. El promedio de resistencia es de 219.05 kg/cm².

Figura 14

Capacidad alcanzada a 28 días, prueba estándar.



La Figura 14 muestra un gráfico de barras con las resistencias alcanzadas a los 28 días en cinco probetas de concreto, con valores que van de 218.62 a 219.65 kg/cm². La Probeta 3 tiene la mayor resistencia. El gráfico permite una comparación visual rápida de los resultados.

Figura 15

Porcentaje logrado del concreto estándar en 28 días.



La Figura 15 muestra un gráfico circular con los porcentajes de resistencia alcanzados a los 28 días en cinco probetas de concreto, que varían entre 104.10% y 104.60%. La Probeta 4 tiene el mayor porcentaje. El gráfico permite una comparación visual rápida de los resultados.

B. Resistencia al esfuerzo del concreto con empleo piedra pómez pulverizada al 0.8%.

Prueba en 7 días

Tabla 19

Ensayo de resistencia del concreto + piedra pómez pulverizada al 0.8%, en 7 días.

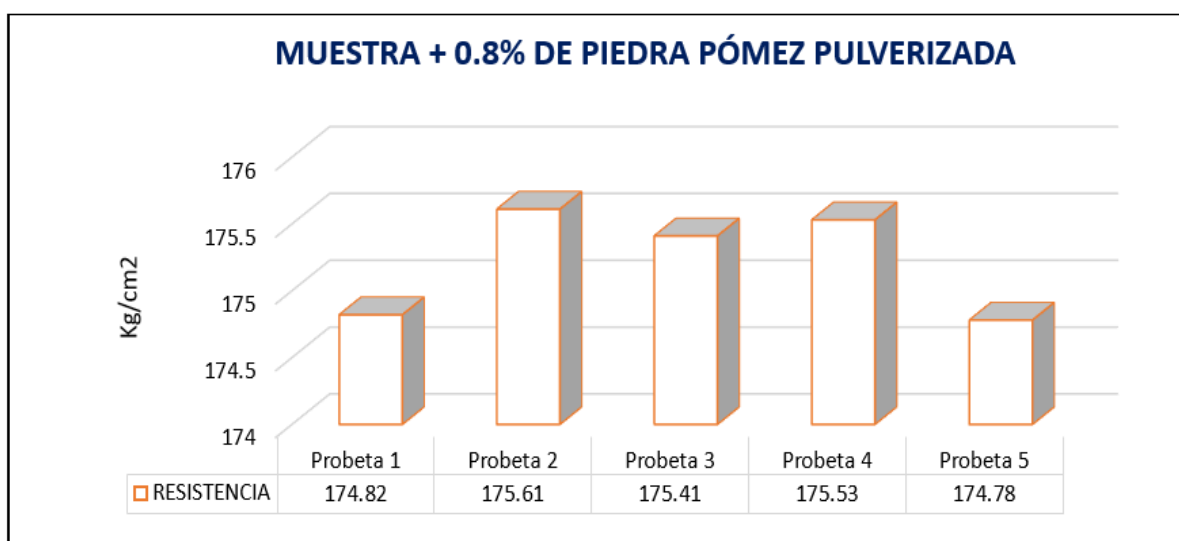
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA (Kg/cm ²) | EDAD DIAS | PROMEDIO DE RESISTENCIA |
|---------|------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------|
| M 1 | 30935 | 174.82 | 7 | 175.23 kg/cm ² |
| M 2 | 30950 | 175.61 | 7 | |
| M 3 | 30915 | 175.41 | 7 | |
| M 4 | 30936 | 175.53 | 7 | |
| M 5 | 30927 | 174.78 | 7 | |

Nota. Resultados de laboratorio

En la tabla se aprecia los resultados del esfuerzo a la compresión del concreto de las cinco muestras, dando una media de 175.23 kg/cm².

Figura 16

Capacidad alcanzada a 7 días, concreto + 0.8% de piedra pómez pulverizada.



La figura ilustra la actuación del esfuerzo a compresión del concreto + 0.8% de piedra pómez pulverizada, a los 7 días de endurecimiento, llego a 175.23 kg/cm², media de las cinco muestras analizadas.

Figura 17

Porcentaje logrado del concreto + 0.8%, de piedra pómez pulverizada, en 7 días.



La figura exhibe los porcentajes obtenidos del esfuerzo a 7 días de endurecimiento del concreto con la inclusión de un 0.8% de piedra pómez pulverizada. Este logra un promedio de 83.44% del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ diseñado.

Prueba a 14 días

Tabla 20

Ensayo de resistencia del concreto + piedra pómez pulverizada al 0.8%, en 14 días.

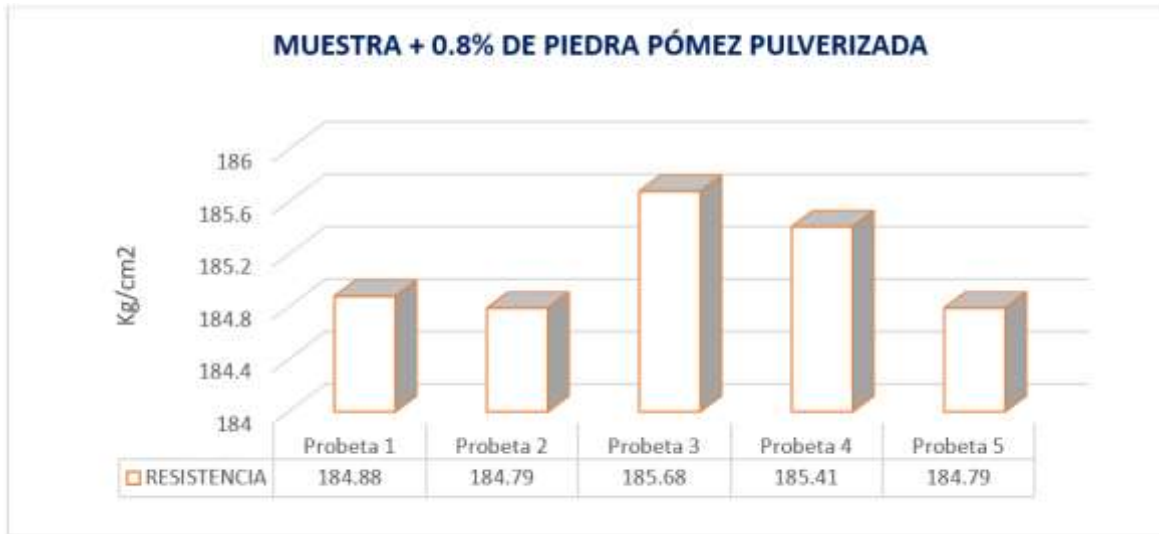
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|------|---------------------------|
| M 1 | 32715 | 184.88 | 14 | 185.11 kg/cm ² |
| M 2 | 32698 | 184.79 | 14 | |
| M 3 | 32725 | 185.68 | 14 | |
| M 4 | 32678 | 185.41 | 14 | |
| M 5 | 32698 | 184.79 | 14 | |

Nota. Resultados de laboratorio

En la tabla se aprecia los resultados del esfuerzo a la compresión del concreto de las cinco muestras, llegando a una media de 185.11 kg/cm².

Figura 18

Capacidad alcanzada a 14 días, concreto + 0.8% de piedra pómez pulverizada.



La figura ilustra la actuación del esfuerzo del concreto + 0.8% de piedra pómez pulverizada, a los 14 días de endurecimiento, llego a 185.11 kg/cm², promedio de las cinco muestras experimentadas.

Figura 19

Porcentaje logrado del concreto + 0.8%, de piedra pómez pulverizada, en 14 días.



En la figura se ilustra los porcentajes alcanzados sobre el esfuerzo a la compresión a los 14 días de endurecimiento del concreto con 0.8% de piedra pómez pulverizada, alcanzado un promedio de 88.15%, del concreto $f'c = 210$ kg/cm² diseñado.

Prueba a 28 días

Tabla 21

Ensayo de resistencia del concreto + piedra pómez pulverizada al 0.8%, en 28 días.

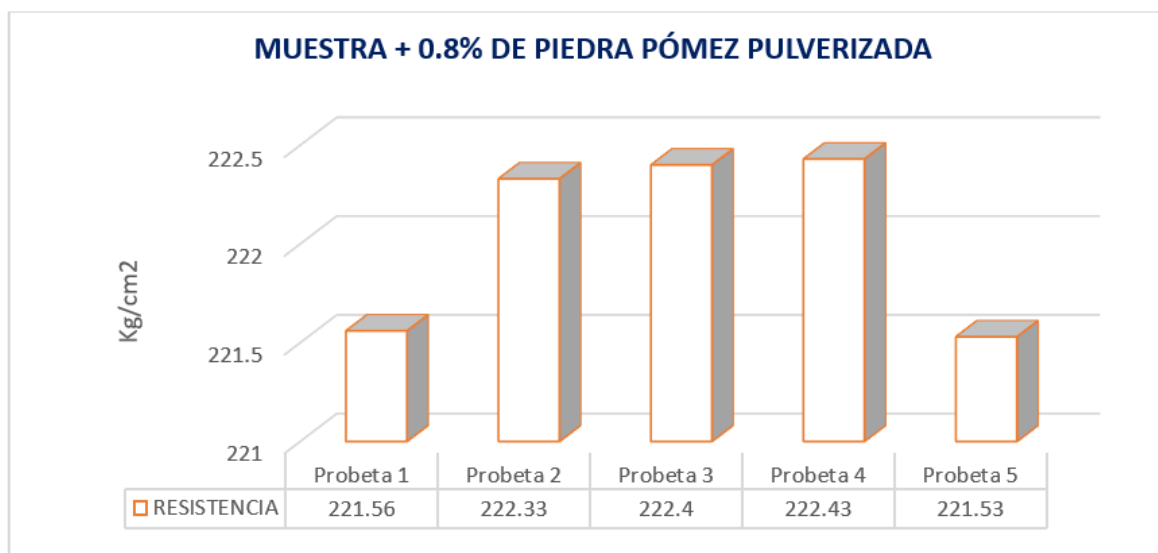
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|------|---------------------------|
| M 1 | 39205 | 221.56 | 28 | 222.05 kg/cm ² |
| M 2 | 39185 | 222.33 | 28 | |
| M 3 | 39197 | 222.40 | 28 | |
| M 4 | 39202 | 222.43 | 28 | |
| M 5 | 39199 | 221.53 | 28 | |

Nota. Resultados de laboratorio

La tabla exhibe el análisis de la fuerza alcanzada del concreto de las cinco muestras, con un promedio de 222.05 kg/cm².

Figura 20

Capacidad alcanzada a 28 días, concreto + 0.8% de piedra pómez pulverizada.



La figura ilustra la actuación del esfuerzo a compresión del concreto con empleo de 0.8% de piedra pómez pulverizada, a los 28 días de endurecimiento, luego a 222.05 kg/cm², promedio de las cinco muestras analizadas.

Figura 21

Porcentaje logrado del concreto + 0.8%, de piedra pómez pulverizada, en 28 días.



La figura muestra los porcentajes logrados de resistencia al esfuerzo a los 28 días de endurecimiento del concreto con la inclusión del 0.8% de piedra pómez pulverizada, obteniendo un promedio del 105.74% del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ diseñado.

C. Resistencia del concreto con el empleo piedra pómez pulverizada al 1%.

Prueba a los 7 días

Tabla 22

Esfuerzo del concreto con piedra pómez pulverizada al 1%, a 7 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA) | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|---------|------|---------------------------|
| M 1 | 31662 | 178.93 | 7 | 179.32 kg/cm ² |
| M 2 | 31645 | 179.55 | 7 | |
| M 3 | 31655 | 179.61 | 7 | |
| M 4 | 31635 | 179.50 | 7 | |
| M 5 | 31675 | 179.01 | 7 | |

Nota. Resultados de laboratorio

En la tabla se ilustra los análisis de la fuerza alcanzada del concreto de las cinco muestras, llegando a una media de 179.32 kg/cm².

Figura 22

Resistencia a 7 días, del concreto, con 1% de piedra pómez pulverizada.



La figura ilustra cómo varía el esfuerzo del concreto al agregar un 1% de piedra pómez pulverizada. A los 7 días de endurecimiento, el promedio de las cinco muestras ensayadas fue de 179.32 kg/cm².

Figura 23

Porcentaje alcanzada del concreto con 1%, de piedra pómez pulverizada, a 7 días.



La figura exhibe porcentajes obtenidos del esfuerzo a los 7 días de endurecimiento del concreto, al agregar un 1% de piedra pómez pulverizada. Se logró un promedio de 85.39% en relación con el concreto diseñado con una resistencia de 210 kg/cm².

Prueba a 14 días

Tabla 23

Resistencia del concreto con piedra pómez pulverizada al 1%, a 14 días.

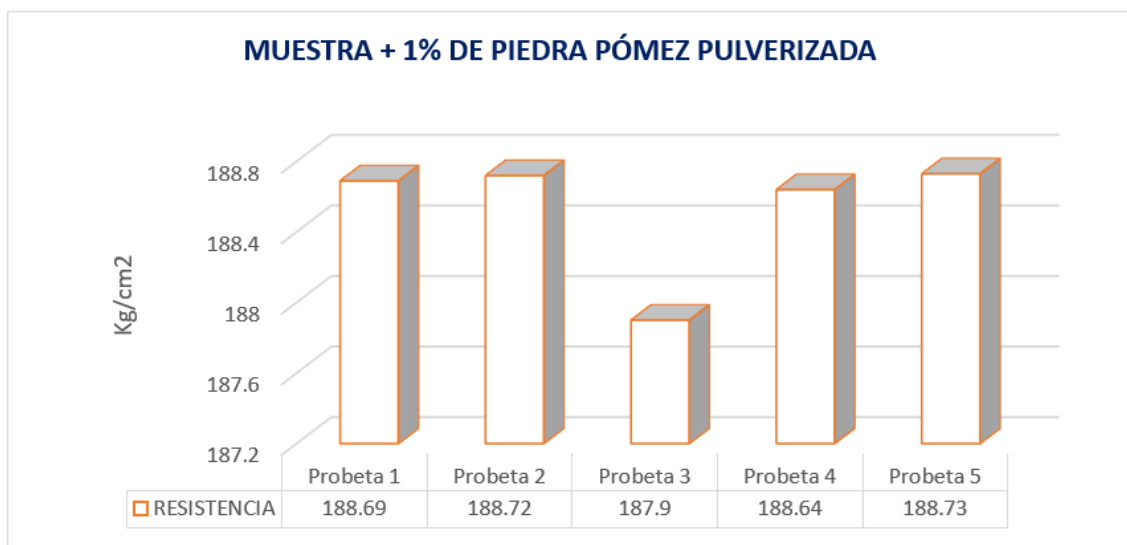
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|------|---------------------------|
| M 1 | 33255 | 188.69 | 14 | 188.53 kg/cm ² |
| M 2 | 33260 | 188.72 | 14 | |
| M 3 | 33249 | 187.90 | 14 | |
| M 4 | 33247 | 188.64 | 14 | |
| M 5 | 33262 | 188.73 | 14 | |

Nota. Resultados de laboratorio

La tabla ilustra los datos de la resistencia al esfuerzo de cinco muestras de concreto, con un promedio de 188.53 kg/cm².

Figura 24

Resistencia a 14 días, del concreto, con 1% de piedra pómez pulverizada.



La gráfica ilustra cómo se comporta la resistencia al esfuerzo del concreto con la inclusión del 1% de piedra pómez pulverizada después de 14 días de endurecimiento, con un promedio de 188.53 kg/cm² para las cinco muestras evaluadas.

Figura 25

Porcentaje alcanzada del concreto con 1%, de piedra pómez pulverizada, a los 14 días.



La figura presenta los porcentajes logrados en el esfuerzo a 14 días de endurecimiento del concreto con la incorporación del 1% de piedra pómez pulverizada, obteniendo un promedio del 89.78% en relación con el concreto diseñado con una resistencia f'_c de 210 kg/cm².

Prueba a 28 días

Tabla 24

Esfuerzo del concreto con piedra pómez pulverizada al 1%, a 28 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|-------------|------|---------------------------|
| M 1 | 39592 | 223.75 | 28 | 224.11 kg/cm ² |
| M 2 | 39585 | 223.71 | 28 | |
| M 3 | 39588 | 224.62 | 28 | |
| M 4 | 39601 | 224.69 | 28 | |
| M 5 | 39599 | 223.79 | 28 | |

Nota. Resultados de laboratorio

En la tabla se ilustra los resultados del esfuerzo a compresión del concreto de las cinco muestras, llegando teniendo una media de 224.11 kg/cm².

Figura 26

Resistencia a 28 días, del concreto, con 1% de piedra pómez pulverizada.



La figura ilustra cómo se comporta el esfuerzo del concreto con la inclusión del 1% de piedra pómez pulverizada, alcanzando los 224.11 kg/cm² a los 28 días de endurecimiento, con un promedio obtenido de las cinco muestras evaluadas.

Figura 27

% alcanzada del concreto con 1%, de piedra pómez pulverizada, a los 28 días.



La figura muestra cómo los porcentajes obtenidos en el esfuerzo a 28 días de endurecimiento del concreto, con la inclusión del 1% de piedra pómez pulverizada, alcanzaron un promedio del 106.72% del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

D. Resistencia del concreto con el empleo piedra pómez pulverizada al 1.2%.

Prueba a 7 días

Tabla 25

Esfuerzo del concreto con piedra pómez pulverizada al 1.2%, a 7 días.

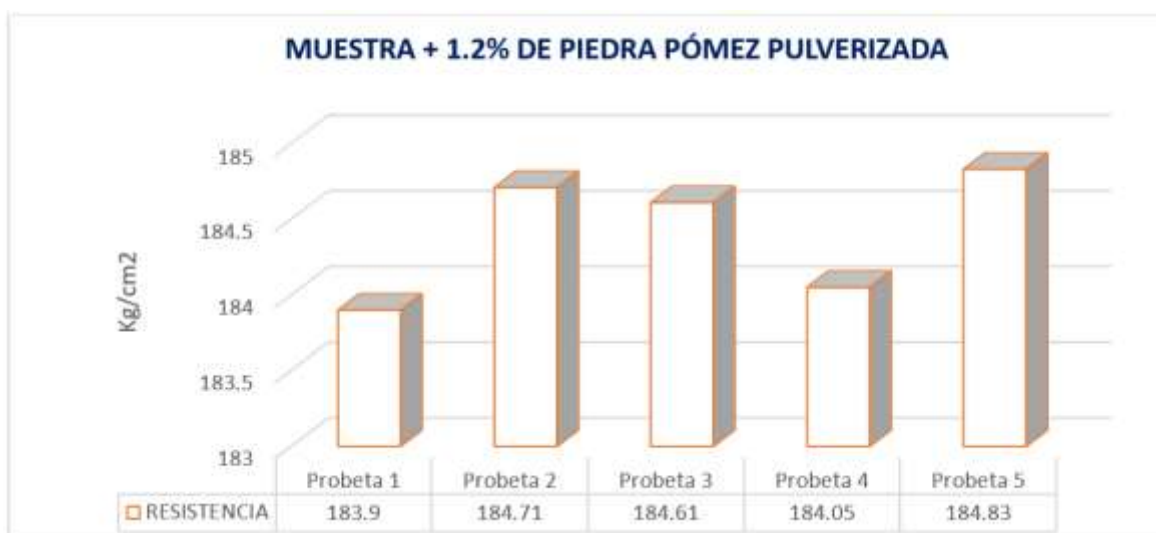
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA (Kg/cm ²) | EDAD DIAS | PROMEDIO DE RESISTENCIA |
|---------|------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------|
| M 1 | 32542 | 183.90 | 7 | 184.42 kg/cm ² |
| M 2 | 32554 | 184.71 | 7 | |
| M 3 | 32536 | 184.61 | 7 | |
| M 4 | 32568 | 184.05 | 7 | |
| M 5 | 32575 | 184.83 | 7 | |

Nota. Resultados de laboratorio

La tabla ilustra los análisis de la fuerza alcanzada de concreto de las cinco muestras, con un promedio de 184.42 kg/cm^2 .

Figura 28

Resistencia a 7 días, del concreto, con 1.2% de piedra pómez pulverizada.



La figura ilustra cómo se comportó el esfuerzo a compresión del concreto al agregar un 1.2% de piedra pómez pulverizada. Después de 7 días de endurecimiento, el promedio de las cinco muestras experimentadas alcanzó 184.42 kg/cm².

Figura 29

Porcentaje alcanzada del concreto con 1.2%, de piedra pómez pulverizada, a 7 días.



La figura muestra los porcentajes obtenidos del esfuerzo a compresión después de 7 días de endurecimiento del concreto, al añadir un 1.2% de piedra pómez pulverizada. El promedio alcanzado fue del 87.82% con respecto al concreto diseñado con una resistencia de 210 kg/cm².

Prueba a 14 días

Tabla 26

Resistencia del concreto con piedra pómez pulverizada al 1.2%, a 14 días.

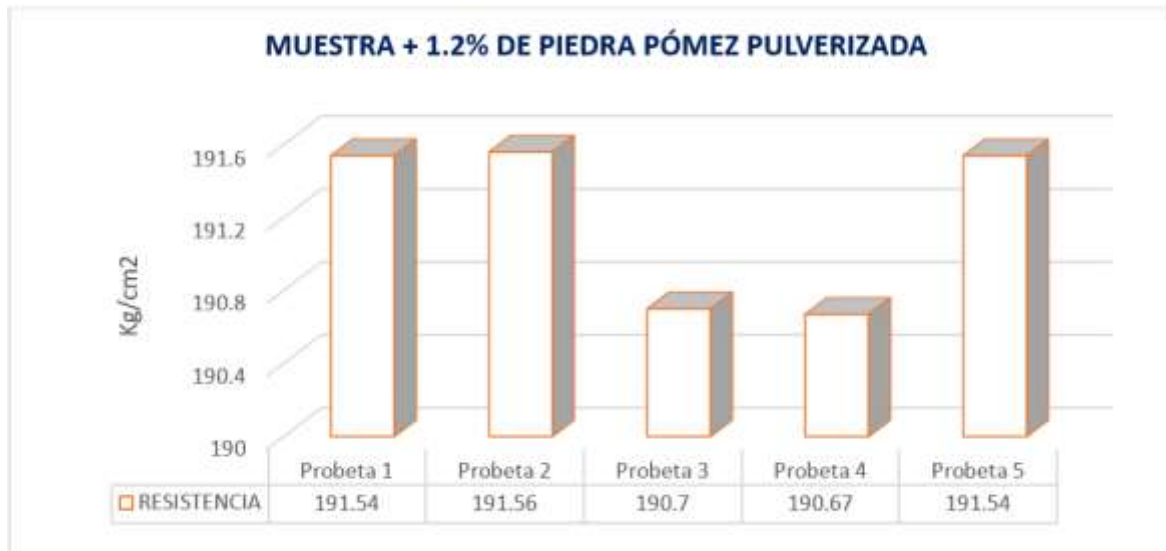
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|------|---------------------------|
| M 1 | 33758 | 191.54 | 14 | 191.20 kg/cm ² |
| M 2 | 33762 | 191.56 | 14 | |
| M 3 | 33745 | 190.70 | 14 | |
| M 4 | 33739 | 190.67 | 14 | |
| M 5 | 33758 | 191.54 | 14 | |

Nota. Resultados de laboratorio

La tabla ilustra los datos del esfuerzo a la compresión de las cinco muestras de concreto, con un promedio de 191.20 kg/cm².

Figura 30

Resistencia a 14 días, del concreto, con 1.2% de piedra pómez pulverizada.



La figura exhibe cómo se desempeñó del esfuerzo del concreto con la inclusión del 1.2% de piedra pómez pulverizada después de 14 días de endurecimiento, alcanzando un promedio de 191.20 kg/cm² en las 5 muestras evaluadas.

Figura 31

% alcanzada del concreto con 1.2%, de piedra pómez pulverizada, a los 14 días.



La figura exhibe cómo se comportaron los porcentajes del esfuerzo a 14 días de endurecimiento del concreto, con la incorporación del 1.2% de piedra pómez pulverizada, alcanzando un promedio del 91.05% en comparación con el diseño previsto de 210 kg/cm².

Prueba a 28 días

Tabla 27

Resistencia del concreto con piedra pómez pulverizada al 1.2%, a 28 días.

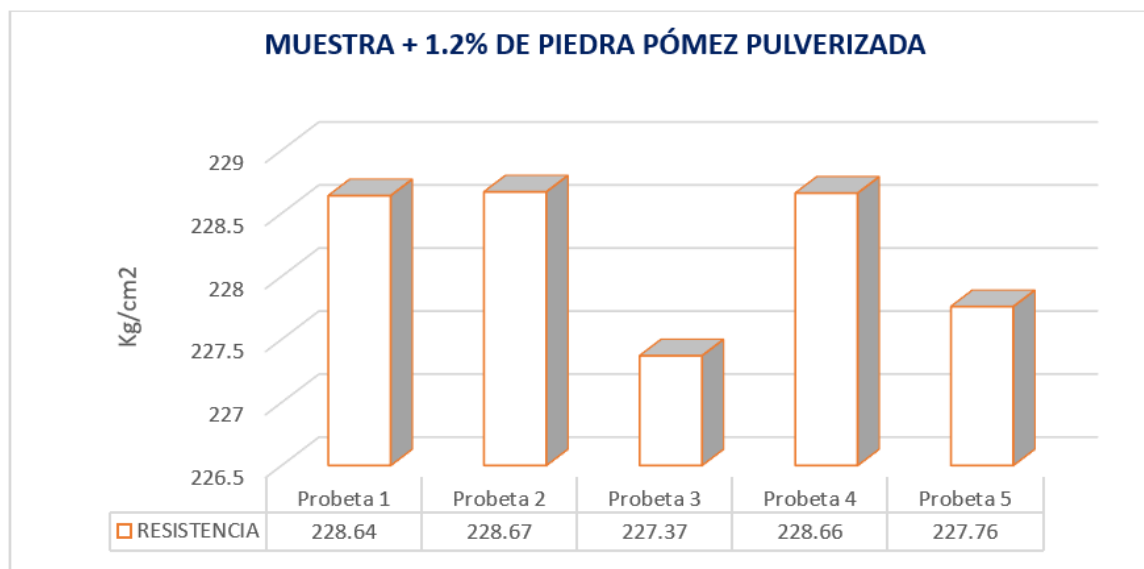
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA (Kg/cm ²) | EDAD DIAS | PROMEDIO DE RESISTENCIA |
|---------|------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------|
| M 1 | 40297 | 228.64 | 28 | 228.22 kg/cm ² |
| M 2 | 40302 | 228.67 | 28 | |
| M 3 | 40287 | 227.37 | 28 | |
| M 4 | 40299 | 228.66 | 28 | |
| M 5 | 40303 | 227.76 | 28 | |

Nota. Resultados de laboratorio

La tabla exhibe los datos del esfuerzo obtenidos de cinco muestras de concreto, con un promedio de 228.22 kg/cm².

Figura 32

Resistencia a 28 días, del concreto, con 1.2% de piedra pómez pulverizada.



La gráfica ilustra cómo el esfuerzo a compresión del concreto, con una adición del 1.2% de piedra pómez pulverizada, alcanzó una media de 228.22 kg/cm² después de 28 días de endurecimiento, considerando los resultados de las cinco muestras analizadas.

Figura 33

Porcentaje alcanzada del concreto con 1.2%, de piedra pómez pulverizada, a los 28 días.



La gráfica muestra cómo, a los 28 días de endurecimiento, el concreto con una adición del 1.2% de piedra pómez pulverizada alcanzó un promedio de esfuerzo a compresión del 108.68% en comparación con el diseño especificado de 210 kg/cm².

E. Resistencia del concreto con el empleo de sillar reciclado al 0.5%.

Prueba en 7 días

Tabla 28

Esfuerzo del concreto con sillar reciclado al 0.5% a los 7 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|------|---------------------------|
| M 1 | 23902 | 135.08 | 7 | 135.39 kg/cm ² |
| M 2 | 23889 | 135.55 | 7 | |
| M 3 | 23901 | 135.61 | 7 | |
| M 4 | 23895 | 135.58 | 7 | |
| M 5 | 23913 | 135.14 | 7 | |

La tabla exhibe los datos del esfuerzo a la compresión obtenidos de cinco muestras de concreto, con un promedio de 135.39 kg/cm².

Figura 34

Resistencia a días, del concreto, con 0.5% de sillar reciclado.



La figura ilustra cómo se desempeñó el esfuerzo a compresión del concreto al agregar un 0.5% de sillar reciclado. A 7 días de endurecimiento, alcanzó un promedio de 135.39 kg/cm², considerando las 5 muestras analizadas.

Figura 35

Porcentaje alcanzada del concreto con 0.5%, de sillar reciclado, a los 7 días.



La figura exhibe los porcentajes obtenidos del esfuerzo a 7 días de endurecimiento del concreto, al añadir un 0.5% de sillar reciclado. El promedio alcanzado fue del 64.47% respecto al concreto diseñado con una resistencia de 210 kg/cm².

Prueba a 14 días

Tabla 29

Esfuerzo del concreto con sillar reciclado al 0.5% a 14 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD DIAS | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|-----------|---------------------------|
| M 1 | 29185 | 165.59 | 14 | 165.49 kg/cm ² |
| M 2 | 29172 | 165.52 | 14 | |
| M 3 | 29195 | 164.99 | 14 | |
| M 4 | 29199 | 165.67 | 14 | |
| M 5 | 29201 | 165.69 | 14 | |

La tabla muestra los análisis de la fuerza alcanzada del concreto de cinco muestras, con un promedio de 165.49 kg/cm².

Figura 36

Resistencia a 14 días, del concreto, con 0.5% de sillar reciclado.



La figura ilustra cómo se desempeñó el esfuerzo a compresión del concreto con la inclusión del 0.5% de sillar reciclado después de 14 días de consolidación, con un promedio de 165.49 kg/cm² entre las cinco muestras evaluadas.

Figura 37

% alcanzada del concreto con 0.5%, de sillar reciclado, a los 14 días.



La figura ilustra los porcentajes obtenidos del esfuerzo a 14 días de endurecimiento del concreto con la inclusión del 0.5% de sillar reciclado, alcanzando un promedio del 78.81% en comparación con el diseño del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Prueba a los 28 días

Tabla 30

Esfuerzo del concreto con sillar reciclado al 0.5% a 28 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|------|---------------------------|
| M 1 | 34123 | 192.84 | 28 | 193.19 kg/cm ² |
| M 2 | 34135 | 192.91 | 28 | |
| M 3 | 34122 | 193.61 | 28 | |
| M 4 | 34117 | 193.58 | 28 | |
| M 5 | 34152 | 193.00 | 28 | |

Nota. Resultados de laboratorio

En la tabla se exhibe los resultados del esfuerzo a compresión del concreto de las cinco muestras, llegando a una media de 193.19 kg/cm².

Figura 38

Resistencia a 28 días, del concreto, con 0.5% de sillar reciclado.



La figura exhibe cómo el esfuerzo del concreto se comportó con la inclusión del 0.5% de sillar reciclado, llegando una resistencia promedio de 193.19 kg/cm² después de 28 días de endurecimiento, considerando las 5 muestras experimentadas.

Figura 39

% alcanzada del concreto con 0.5%, de sillar reciclado, a los 28 días.



La figura exhibe cómo los porcentajes del esfuerzo a 28 días de endurecimiento del concreto, con la inclusión del 0.5% de sillar reciclado, alcanzaron un promedio del 91.99% del concreto de 210 kg/cm².

F. Resistencia del concreto con el empleo de sillar reciclado al 1%.

Prueba en 7 días

Tabla 31

Resistencia del concreto con sillar reciclado al 1% a 7 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD DIAS | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|-----------|---------------------------|
| M 1 | 24915 | 140.80 | 7 | 141.14 kg/cm ² |
| M 2 | 24905 | 141.31 | 7 | |
| M 3 | 24922 | 141.41 | 7 | |
| M 4 | 24916 | 141.37 | 7 | |
| M 5 | 24912 | 140.79 | 7 | |

Nota. Resultados de laboratorio

La tabla exhibe los datos obtenidos del esfuerzo de las cinco muestras de concreto, con un promedio de 141.14 kg/cm².

Figura 40

Resistencia a 7 días, del concreto, con 1% de sillar reciclado.



La figura exhibe cómo se desempeñó del esfuerzo del concreto con la inclusión del 1% de sillar reciclado después de 7 días de endurecimiento, logrando un promedio de 141.14 kg/cm² en las cinco muestras evaluadas.

Figura 41

Porcentaje alcanzada del concreto con 1%, de sillar reciclado, a los 7 días.



La figura ilustra los porcentajes obtenidos del esfuerzo a compresión a los 7 días de endurecimiento del concreto al incluir un 1% de sillar reciclado, logrando un promedio del 67.21% en comparación con el concreto f'c de 210 kg/cm².

Prueba a 14 días

Tabla 32

Resistencia del concreto + sillar reciclado al 1% a los 14 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|------|---------------------------|
| M 1 | 29723 | 168.65 | 14 | 168.51 kg/cm ² |
| M 2 | 29719 | 168.62 | 14 | |
| M 3 | 29716 | 167.93 | 14 | |
| M 4 | 29731 | 168.69 | 14 | |
| M 5 | 29726 | 168.66 | 14 | |

Nota. Resultados de laboratorio

En la tabla se ilustra la fuerza alcanzada del concreto de las cinco muestras, llegando a una media de 168.51 kg/cm².

Figura 42

Resistencia a 14 días, del concreto, con 1% de sillar reciclado.



La figura ilustra cómo se comportó la resistencia del concreto que contenía un 1% de sillar reciclado después de 14 días de endurecimiento, con una media de 168.51 kg/cm² entre las cinco muestras ensayadas.

Figura 43

Porcentaje alcanzado del concreto con 1%, de sillar reciclado, a 14 días.



La figura ilustra cómo se comportó el esfuerzo a compresión del concreto que contenía un 1% de sillar reciclado después de 14 días de endurecimiento, con media de 168.51 kg/cm² entre las cinco muestras ensayadas.

Prueba a 28 días

Tabla 33

Esfuerzo del concreto con sillar reciclado al 1% a 28 días.

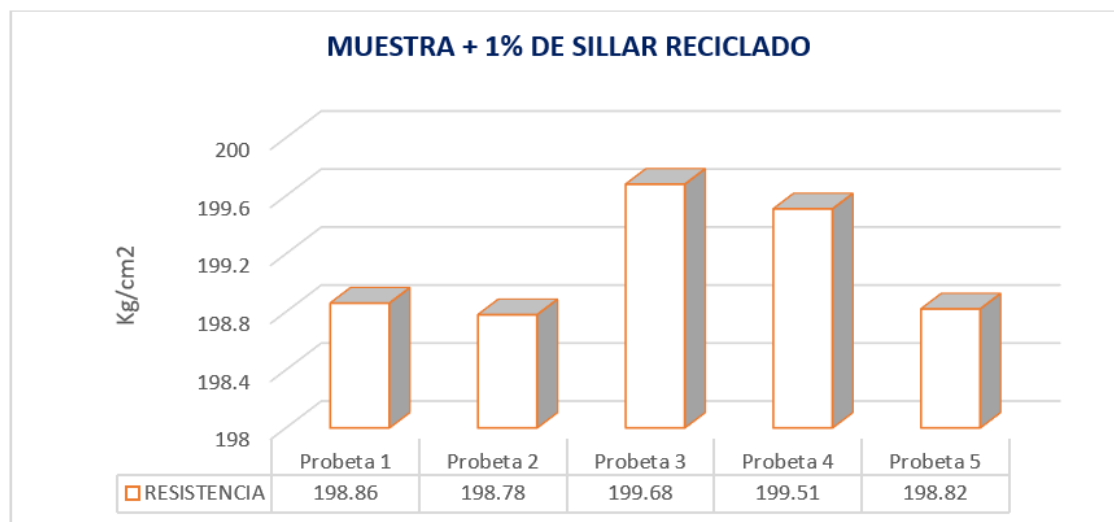
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ROTURA | EDAD DIAS | PROMEDIO |
|---------|------------|--------|-----------|---------------------------|
| M 1 | 35189 | 198.86 | 28 | 199.13 kg/cm ² |
| M 2 | 35175 | 198.78 | 28 | |
| M 3 | 35192 | 199.68 | 28 | |
| M 4 | 35162 | 199.51 | 28 | |
| M 5 | 35182 | 198.82 | 28 | |

Nota. Resultados de laboratorio

La tabla ilustra los datos del esfuerzo a compresión obtenidos de las cinco muestras de concreto, con un promedio de 199.13 kg/cm².

Figura 44

Esfuerzo a 28 días, del concreto, con 1% de sillar reciclado.



La gráfica ilustra cómo se comporta el esfuerzo del concreto al agregar un 1% de sillar reciclado, alcanzando un promedio de 199.13 kg/cm² después de 28 días de endurecimiento de 5 muestras evaluadas.

Figura 45

% alcanzada del concreto con 1%, de sillar reciclado, a los 28 días.



La figura muestra cómo los porcentajes obtenidos en el esfuerzo a compresión a los 28 días de endurecimiento del concreto, con la inclusión de un 1% de sillar reciclado, promediaron un 94.82% en relación con el concreto diseñado con una resistencia especificada de 210 kg/cm².

G. Resistencia del concreto con el empleo de sillar reciclado al 1.5%.

Prueba a 7 días

Tabla 34

Esfuerzo del concreto con sillar reciclado al 1.5% a los 7 días.

| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA (Kg/cm ²) | EDAD DIAS | PROMEDIO DE RESISTENCIA |
|---------|------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------|
| M 1 | 27429 | 155.01 | 7 | 155.38 kg/cm ² |
| M 2 | 27432 | 155.65 | 7 | |
| M 3 | 27422 | 155.59 | 7 | |
| M 4 | 27435 | 155.67 | 7 | |
| M 5 | 27428 | 155.00 | 7 | |

Nota. Resultados de laboratorio

La tabla exhibe los resultados del esfuerzo a la compresión del concreto de cinco muestras, con un promedio de 155.38 kg/cm².

Figura 46

Resistencia a 7 días, del concreto, con 1.5% de sillar reciclado.



La figura ilustra cómo el esfuerzo a la compresión del concreto ve afectada por la incorporación del 1.5% de sillar reciclado. A 7 días de endurecimiento, la resistencia promedio de las cinco muestras experimentadas alcanzó los 155.38 kg/cm².

Figura 47

Porcentaje alcanzada del concreto con 1.5%, de sillar reciclado, a los 7 días.



La figura muestra cómo el esfuerzo a compresión del concreto se afectada por la inclusión del 1.5% de sillar reciclado. A los 7 días de endurecimiento, el promedio de resistencia alcanzó el 73.99% del diseño previsto de 210 kg/cm².

Prueba a 14 días

Tabla 35

Resistencia del concreto con sillar reciclado al 1.5% a 14 días.

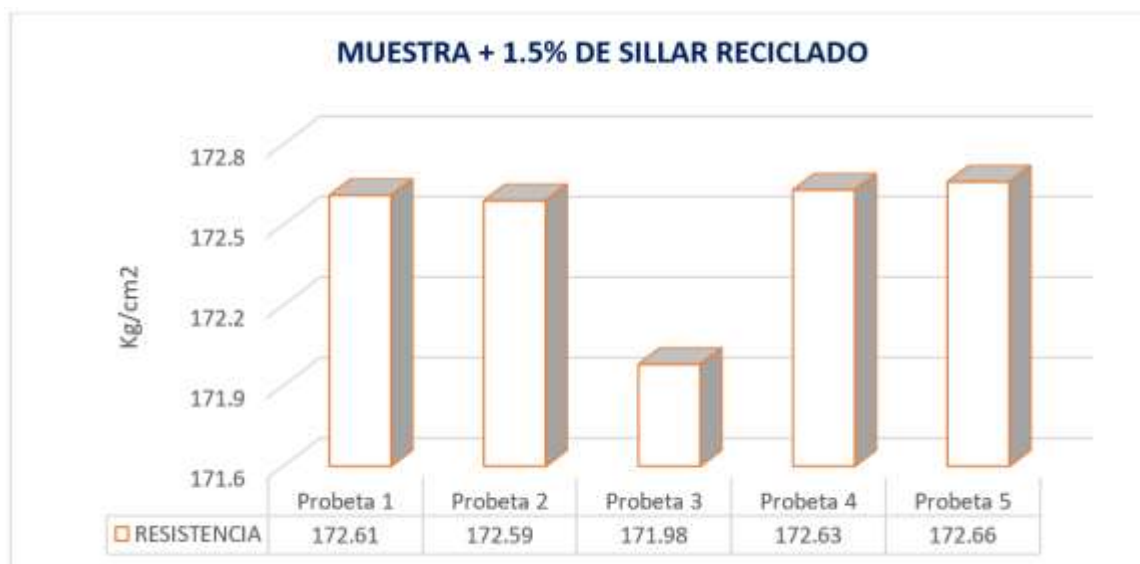
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA (Kg/cm ²) | EDAD DIAS | PROMEDIO DE RESISTENCIA |
|---------|------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------|
| M 1 | 30422 | 172.61 | 14 | 172.49 kg/cm ² |
| M 2 | 30418 | 172.59 | 14 | |
| M 3 | 30432 | 171.98 | 14 | |
| M 4 | 30425 | 172.63 | 14 | |
| M 5 | 30430 | 172.66 | 14 | |

Nota. Resultados de laboratorio

La tabla presenta los datos del esfuerzo a compresión del concreto de las cinco muestras, con un promedio de 172.49 kg/cm².

Figura 48

Esfuerzo a 14 días, del concreto, con 1.5% de sillar reciclado.



La figura ilustra cómo varía el esfuerzo a compresión del concreto al agregar un 1.5% de sillar reciclado. Después de 14 días de endurecimiento, la resistencia alcanzó un promedio de 172.49 kg/cm² en las cinco muestras analizadas.

Figura 49

Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto con 1.5%, de sillar reciclado, a 14 días.



En la figura se aprecia los porcentajes alcanzados sobre la resistencia a la compresión a los 14 días de endurecimiento del concreto con la adición de 1.5% de sillar reciclado, alcanzado un promedio de 82.14%, del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ diseñado.

Prueba a 28 días

Tabla 36

Resistencia del concreto con sillar reciclado al 1.5% a los 28 días.

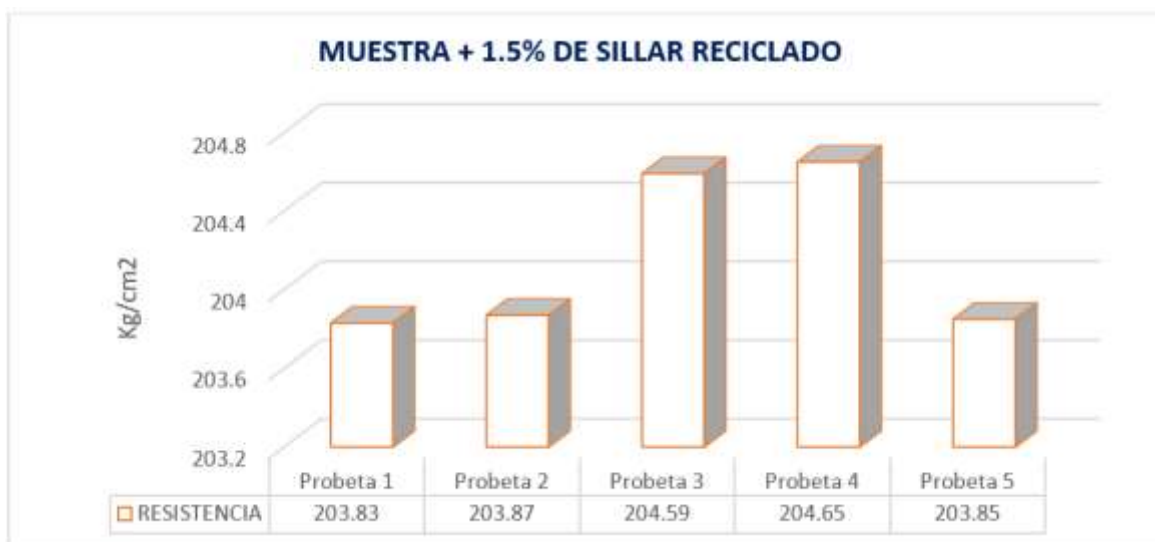
| MUESTRA | CARGA (Kg) | ESF. ROTURA (Kg/cm ²) | EDAD DIAS | PROMEDIO DE RESISTENCIA |
|---------|------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------|
| M 1 | 36068 | 203.83 | 28 | 204.16 kg/cm ² |
| M 2 | 36074 | 203.87 | 28 | |
| M 3 | 36057 | 204.59 | 28 | |
| M 4 | 36068 | 204.65 | 28 | |
| M 5 | 36071 | 203.85 | 28 | |

Nota. Resultados de laboratorio

Los resultados del esfuerzo a compresión del concreto de las cinco muestras se muestran en la tabla, con un promedio de 204.16 kg/cm².

Figura 50

Resistencia a 28 días, del concreto, con 1.5% de sillar reciclado.



La figura ilustra cómo se comportó el esfuerzo a compresión del concreto con la inclusión de un 1.5% de sillar reciclado a 28 días de endurecimiento, alcanzando un promedio de 204.16 kg/cm² entre las cinco muestras evaluadas.

Figura 51

Porcentaje alcanzada del concreto con 1.5%, de sillar reciclado, a 28 días.



En la figura se aprecia los porcentajes alcanzados sobre el esfuerzo a compresión a los 14 días de endurecimiento del concreto con la adición de 1.5% de sillar reciclado, alcanzado un promedio de 97.22%, del concreto $f'c = 210$ kg/cm² diseñado.

4.1.3.1 Cuadro comparativo de resistencias del concreto en tiempos de 7, 14 y 28 días de endurecimiento.

Tabla 37

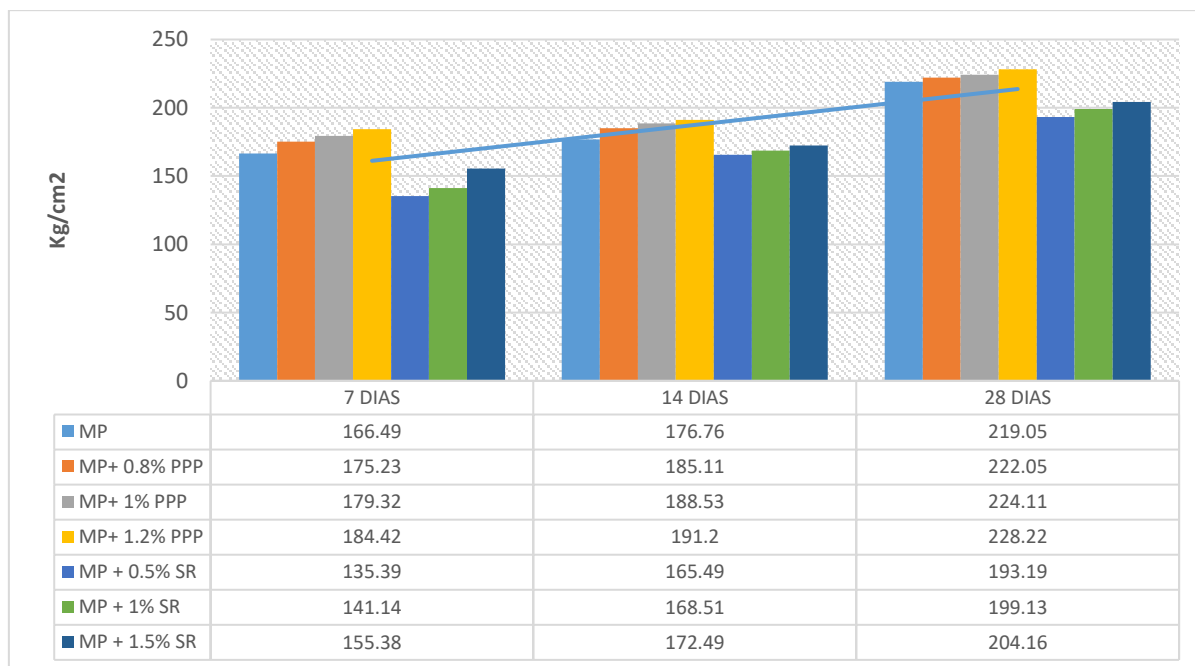
Cuadro comparativo del comportamiento de las resistencias alcanzadas.

| Descripción | 7 DIAS | 14 DIAS | 28 DIAS |
|---------------------|--------|---------|---------|
| MP | 166.49 | 176.76 | 219.05 |
| MP+ 0.8% PPP | 175.23 | 185.11 | 222.05 |
| MP+ 1% PPP | 179.32 | 188.53 | 224.11 |
| MP+ 1.2% PPP | 184.42 | 191.2 | 228.22 |
| MP + 0.5% SR | 135.39 | 165.49 | 193.19 |
| MP + 1% SR | 141.14 | 168.51 | 199.13 |
| MP + 1.5% SR | 155.38 | 172.49 | 204.16 |

En la tabla se muestra las resistencias alcanzadas del concreto en edades diferentes, donde se aprecia la influencia de la piedra pómez pulverizada y sillar en el concreto.

Figura 52

Comparativa de las resistencias en edades diferentes.



La figura muestra el comportamiento del hormigón sobre la resistencia a la compresión donde se le adiciono al concreto piedra pómez pulverizada y sillar reciclado en

proporciones variables, donde se concluye que la adición de piedra pómez pulverizada actúa mejor sobre la resistencia alcanzando resistencias considerables mientras con la adición de sillar reciclado no brindo mejores resultados esto es debido a su composición del elemento hace que incida negativamente en el concreto.

4.2 Discusión de resultados.

• Asentamiento

En la presente investigación, se realizó un ensayo de asentamiento, obteniéndose los siguientes resultados: 3.6 pulgadas en la muestra patrón, y 3.1", 2.8" y 2.5" en las muestras de concreto con sillar reciclado en proporciones de 0.5%, 1% y 1.5%, respectivamente. Se observó que a mayor proporción de sillar reciclado, la trabajabilidad del concreto disminuye.

Según Concha Márquez y Fernández Huallpa (2022), mediante la medición de la trabajabilidad, se evaluó la condición fresca del concreto y se obtuvieron los valores de caída para la muestra estándar de 0.0%-AS, que fueron de 3.9 pulgadas. Esta observación coincide con los resultados obtenidos en la dosificación de AS:

Con un 3.0% de AS, se observó una reducción del 2.6% en la trabajabilidad (con un diámetro de 3.8 pulgadas).

- Con un 5.0% de AS, una reducción del 10.3% (con un diámetro de 3.5 pulgadas).
- Con un 0% de AS, una reducción del 23.1% (con una altura de 3.1 pulgadas).
- Con un 9.0% de AS, una reducción del 20.5% (con una altura de 3.1 pulgadas).
- Con un 9.5% de AS, una reducción del 25.6% (con una altura de 2.9 pulgadas).
- Con un 11.0% de AS, una reducción del 23.1% (con una altura de 3.0 pulgadas).
- Con un 13.0% de AS, una reducción del 35.9% (con una altura de 2.5 pulgadas).

Dado que la muestra con un 3.0% de AS mostró una mayor similitud con la muestra estándar, se eligió para la disminución de la prueba.

Estos resultados indican que la incorporación de sillar reciclado en el concreto reduce su trabajabilidad, y esta reducción es más pronunciada a medida que aumenta la proporción de sillar reciclado.

- **Resistencia a compresión**

Con referencia a los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión, se puede apreciar un incremento progresivo en los días de endurecimiento del concreto con la adición de sillar reciclado. A los 28 días de endurecimiento, se obtuvieron los siguientes resultados:

- La muestra patrón alcanzó una resistencia de 219.05 kg/cm².
- Con el empleo de 0.5% de sillar reciclado, la resistencia fue de 193.19 kg/cm².
- Con el 1% de sillar reciclado, la resistencia llegó a 199.13 kg/cm².
- Con el 1.5% de sillar reciclado, la resistencia alcanzó 204.16 kg/cm².

Estos resultados muestran que las resistencias no son tan buenas debido a que el sillar reciclado actúa de manera diferente en contacto con el agua. Al ser un material volcánico con alta capacidad de absorción de agua, impide que el concreto frague adecuadamente para alcanzar una mayor resistencia.

Según Concha Márquez y Fernández Huallpa (2022), la resistencia a la compresión del concreto endurecido en la muestra estándar fue del 0.0% a los 7 días (178.4 kg/cm²), del 14.0% a los 14 días (197.0 kg/cm²) y del 28.0% a los 28 días (229.10 kg/cm²). En cuanto a los resultados de las dosificaciones con diferentes porcentajes de piedra pómez pulverizada, se observó lo siguiente:

Con un 3.0% de piedra pómez pulverizada:

- A los 7 días, una pérdida del 11.10% (157.0 kg/cm²).
- A los 14 días, una pérdida del 5.13% (186.9 kg/cm²).



- A los 28 días, una pérdida del 0.13% (228.80 kg/cm²).

Con un 5.0% de piedra pómez pulverizada:

- A los 7 días, una disminución del 15.30% (151.1 kg/cm²).
- A los 14 días, una disminución del 14.92% (167.6 kg/cm²).
- A los 28 días, una disminución del 9.91% (206.40 kg/cm²).

Con un 7.0% de piedra pómez pulverizada:

- A los 7 días, una disminución del 6.50% (166.8 kg/cm²).
- A los 14 días, una disminución del 3.81% (189.5 kg/cm²).
- A los 28 días, una disminución del 14.27% (196.40 kg/cm²).

Con un 9.0% de piedra pómez pulverizada:

- A los 7 días, una disminución del 12.78% (155.6 kg/cm²).
- A los 14 días, una disminución del 12.34% (172.7 kg/cm²).
- A los 28 días, una disminución del 24.27% (173.50 kg/cm²).

Con un 9.5% de piedra pómez pulverizada:

- A los 7 días, una disminución del 19.77% (143.1 kg/cm²).
- A los 14 días, una disminución del 29.29% (139.3 kg/cm²).
- A los 28 días, una disminución del 32.04% (155.70 kg/cm²).

Con un 11.0% de piedra pómez pulverizada:

- A los 7 días, una disminución del 54.60% (81.0 kg/cm²).
- A los 14 días, una disminución del 36.14% (125.8 kg/cm²).
- A los 28 días, una disminución del 34.53% (150.0 kg/cm²).

Con un 13.0% de piedra pómez pulverizada:

- A los 7 días, una disminución del 31.61% (122.0 kg/cm²).
- A los 14 días, una disminución del 44.47% (109.4 kg/cm²).
- A los 28 días, una disminución del 49.63% (115.40 kg/cm²).

Se destaca que la adición de residuos de piedra pómez en el concreto resultó en una mayor resistencia con un porcentaje del 3.0%. Esto sugiere que una baja dosificación



de piedra pómez pulverizada puede mejorar la resistencia a la compresión del concreto endurecido, mientras que mayores proporciones tienden a reducir esta resistencia significativamente.



CONCLUSIONES

- C.1. Las proporciones son las siguientes dosificaciones 1.00; 0.44; 2.66; 1.96, de cemento, H₂O, agregado grueso y fino, respectivamente para la elaboración de concreto según diseño de mezclas.
- C.2. El efecto de la piedra de pómez pulverizada en el asentamiento del concreto es positivo es trabajable estando en el rango de 3" a 4", mientras con el sillar reciclado la trabajabilidad baja, volviéndolo seca y poco trabajable esto debido que el material tiene la propiedad de absorción de agua.
- C.3. Se evaluó la resistencia a la compresión del concreto patrón y con adición de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado a 28 días de consolidación, la muestra patrón llego a 219.05 kg/cm², mientras con 0.8% de piedra pómez pulverizada llego a 222.05 kg/cm², con el 1% llego a 224.11 kg/cm² y con el 1.2% llego a 228.22 kg/cm², la adición de 1.2% fue quien obtuvo mayor resistencia, siendo optimo, mientras tanto con la adición de sillar reciclado al 0.5% llego a 193.19 kg/cm², con el 1% llego a 199.13 kg/cm², con el 1.5% llego a 204.16 kg/cm², llegando a la conclusión de que sillar reciclado es negativo para el concreto, siendo el 1.5% que obtuvo un resultado medio, no llegando a la resistencia esperada, esto debido a su composición del sillar.



RECOMENDACIONES

- R.1. Para alcanzar un nivel de durabilidad significativamente elevado, es aconsejable utilizar áridos sintéticos y construir un hormigón de alta resistencia que pueda utilizarse en pavimentos rígidos. Este hormigón también debe tener aditivos y fibras designadas.
- R.2. Es importante tener en cuenta un estudio sobre el comportamiento del sillar cuando se incorpora al hormigón. Se comprobó que el sillar tiene la capacidad de absorber el agua de la mezcla, lo que hace que el hormigón sea menos flexible y más denso en sus propiedades inherentes.
- R.3. Para aumentar la resistencia del hormigón, es aconsejable realizar más pruebas o estudios sobre la piedra pómez y el sillar. Para evaluar con precisión su eficacia, es necesario examinar su interacción con el agua y el cemento y otros factores de los áridos.



REFERENCIAS

- Alave Huanca, M. D., & Mendoza Ríos, J. P. (2019). *Influencia del Sillar como Sustituto del Agregado Grueso en la Mejora de las Propiedades del Concreto De $F'C= 175$ Kg/Cm² para Muros de Tabiquerías en Edificación en la Ciudad de Tacna*. Tacna: Universidad Privada de Tacna. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1137>
- Arias, F. (2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Aznar , Caceres & Romero. (2018). *Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria*.
- BORJA.S. (2012). *METODOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIERIA CIVIL*.
- Caggiano, A., Folino, P., Lima, C., Martinelli, E., & Pepe, M. (2017). On the mechanical response of Hybrid Fiber Reinforced Concrete with Recycled and Industrial Steel Fibers. *Construction and Building Materials*, 147, 286-295. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.160>
- Cegara, S. J. (2019). *Los métodos de investigación*. España.
- Concha Marquez, Y. L., & Fernandez Huallpa, L. M. (2022). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con la adición de residuos de sillar – Arequipa, 2022*. Arequipa: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104796>
- Frazão, C., Barros, J., Bogas, J. A., & García-Cortés, V. (2022). Technical and environmental potentialities of recycled steel fiber reinforced concrete for structural applications. *Journal of building Engineering*, 45. doi:<https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103579>
- Hernandez & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.



- Hernández Medina, J. A., Osorio Vagner, S. S., & Cogollo Díaz, C. A. (2015). *Caracterización de agregado fino tipo piedra pómez para su uso en concretos estructurales*. Bogota: Universidad La Gran Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11396/3530>
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).
- Huamán Casaperalta, E. F. (2022). *Resistencia mecánica de concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021*. Arequipa: Universidad Continental. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13053>
- LOPEZ, E. (2000). *NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO*. LIMA: ANGEL GOMEZ.
- LOPEZ, E. (2005). *SUPERVICION DEL CONCRETO EN OBRA*. INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA.
- Mite Ortiz, A. M. (2023). *Análisis de la mezcla de hormigón alivianado utilizando piedra pómez chasqui*. Guayaquil: ULVR. Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Carrera de Ingeniería Civil. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6049>
- Montalvo Zavaleta, C. H., & Solis Prado, R. L. (2023). *Fabricación de concreto normal empleando piedra pómez como sustituyente del cemento*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10998>
- Nicomedes. (2018). tipo de investigacion.
- Reyes Rondon, F. K. (2023). *Resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm² con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022*. Lima: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/35382>
- RIVERA, G. (2002). *CONCRETO SIMPLE*. LIMA: LIMA.



- Rodriguez Ticona, V. M. (2021). *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto ligero para uso estructural, adicionando piedra pómez, Juliaca - Puno, 2021.* Juliaca: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87108>
- Sanabria, B. A., Galeano, R. A., & Marín, F. M. (2019). Estudio exploratorio de arcilla expandida y piedra pómez como agregados en la producción de concretos ligeros. *Ingeniería y Desarrollo, Ing. Desarro.* vol.37 no.2 Barranquilla July/Dec. 2019. doi:<https://doi.org/10.14482/inde.37.2.1624>
- TORRES, A. (2004). *Curso Basico de Tecnologia del Concreto Para Ingenieros Civiles.* LIMA: UNI.
- Ventura Abad, E. M., & Quispe Sondor, Y. (2023). *Diseño de concreto incorporando residuos metálicos de obra para incrementar la resistencia de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – Piura, 2023.* Piura: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/130507>



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

| Problemas | Objetivos | Hipótesis | Variables | Inst. de Medición |
|--|--|---|--|---|
| <p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación piedra pómez pulverizada y sillar reciclado sobre las propiedades de un concreto convencional en la ciudad de Azángaro?</p> | <p>Objetivo General:</p> <p>Analizar la influencia de la aplicación piedra pómez pulverizada y sillar reciclado sobre las propiedades de un concreto convencional en la ciudad de Azángaro.</p> | <p>Hipótesis General:</p> <p>La influencia de la aplicación piedra pómez pulverizada y sillar reciclado sobre las propiedades de un concreto convencional $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Azángaro, será positiva.</p> | <p>Variable Independiente</p> <p>PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA SILLAR RECICLADO</p> <p>Dimensiones: <i>Dosificación de piedra pómez pulverizada</i> <i>Dosificación de sillar reciclado</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL</p> <p>Dimensiones: <i>Proporciones de elementos</i> <i>Asentamiento del concreto fresco</i> <i>Resistencia a compresión</i></p> | <p>Fichas de campo</p> <p>Fichas de diseño de mezclas</p> <p>Fichas de control de calidad de laboratorio</p> <p>Equipos y herramientas de laboratorio</p> |
| <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional en la ciudad de Azángaro?</p> <p>¿De qué manera influye el empleo de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado en la trabajabilidad del concreto convencional en la ciudad de Azángaro?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la adición de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la ciudad de Azángaro?</p> | <p>Objetivos Específicos</p> <p>Establecer las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional $f'c= 210\text{kg/cm}^2$, en la ciudad de Azángaro.</p> <p>Determinar la influencia del empleo de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado en la trabajabilidad del concreto convencional en la ciudad de Azángaro.</p> <p>Determinar la influencia del empleo de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Azángaro.</p> | <p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto convencional y con el empleo de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado, se dará de acuerdo a los lineamientos del método ACI 211.11.</p> <p>La influencia del empleo de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado mejorará la trabajabilidad del concreto convencional en la ciudad de Azángaro.</p> <p>La influencia de la adición de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado aumentará considerablemente la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la ciudad de Azángaro.</p> | | |



Anexo 2. Certificados de Control de Calidad de Laboratorio



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

CANTERA : RIO AZANGARO - AGREGADO GRUESO
 RIO AZANGARO - AGREGADO FINO

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

FECHA : 25 DE ENERO DEL 2023

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro | |
|--|---------------|------------|------------------|--------|---|--|
| 3/8" | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | A | -Peso de muestra secada al horno <u>484.98</u> |
| N° 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u> |
| | | | | | Wc | -Peso del picnómetro con agua <u>1305.32</u> |
| | | | | | W | -Peso del Pic. + muestra + agua <u>1609.35</u> |
| N° 8 | 116.62 | 23.32 | 23.32 | 76.68 | PESO ESPECÍFICO $Wc+B = 1805$ $Wc+B-W = 196$ $Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 2.55$ gr/cm ³ | |
| N° 16 | 66.85 | 13.37 | 36.69 | 63.31 | | |
| N° 30 | 78.65 | 15.73 | 52.42 | 47.58 | | |
| N° 50 | 160.35 | 32.07 | 84.49 | 15.51 | | |
| N° 100 | 56.84 | 11.37 | 95.86 | 4.14 | | |
| N° 200 | 14.95 | 2.99 | 98.85 | 1.15 | ABSORCIÓN $B = 500.00$ $B-A = 15.02$ $Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.10$ % | |
| FONDO | 5.74 | 1.15 | 100.00 | 0.00 | | |
| SUMA | 500.00 | 100.00 | | | | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | | |
| Mf = MÓDULO DE FINEZA <u>2.93</u> | | | | | | |

AGREGADO GRUESO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa | Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro | |
|--|---------------|------------|------------------|--------|---|--|
| 2" | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | A | -Peso de muestra secada al horno <u>784.62</u> |
| 1 1/2" | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | B | -Peso de muestra saturada-seca (SSS) <u>800.00</u> |
| | | | | | Wc | -Peso del picnómetro con agua <u>1305.32</u> |
| | | | | | W | -Peso del Pic. + muestra + agua <u>1788.96</u> |
| 1" | 58 | 1.66 | 1.66 | 98.34 | PESO ESPECÍFICO $Wc+B = 2105$ $Wc+B-W = 316$ $Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 2.53$ gr/cm ³ | |
| 3/4" | 441 | 12.60 | 14.26 | 85.74 | | |
| 1/2" | 1109 | 31.69 | 45.94 | 54.06 | | |
| 3/8" | 594 | 16.97 | 62.91 | 37.09 | | |
| N° 4 | 0 | 0.00 | 62.91 | 37.09 | | |
| N° 8 | 1298 | 37.09 | 100.00 | 0.00 | ABSORCIÓN $B = 800.00$ $B-A = 15.38$ $Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 1.96$ % | |
| FONDO | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | | |
| SUMA | 3500.00 | 100.00 | | | | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | | | |

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
EJCP - CARR. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres

BIE: B006 - 00208644



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



PROYECTO

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RÉCICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZANGARO

SOLICITANTE

BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

CANTERA

RIO AZANGARO - AGREGADO GRUESO
RIO AZANGARO - AGREGADO FINO

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA

25 DE ENERO DEL 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD

| A. FINO | |
|-------------|--------|
| P.T. M. HUM | 304.58 |
| P.T.M. SECA | 289.65 |
| P.TARRO | 51.24 |
| P.AGUA | 14.93 |
| P.S.SECO | 238.41 |
| % HUMEDAD | 6.26 |

| A. GRUESO | |
|-------------|--------|
| P.T. M. HUM | 440.21 |
| P.T.M. SECA | 425.62 |
| P.TARRO | 59.84 |
| P.AGUA | 14.59 |
| P.S.SECO | 365.78 |
| % HUMEDAD | 3.99 |

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

| SUELTO | | | |
|--------|----------|----------|------|
| PESO | P. MOLDE | V. MOLDE | |
| 9285 | 5920 | 2128 | 1581 |
| 9300 | 5920 | 2128 | 1588 |
| 9290 | 5920 | 2128 | 1584 |
| | | | 1584 |

AGREGADO GRUESO

| SUELTO | | | |
|--------|----------|----------|------|
| PESO | P. MOLDE | V. MOLDE | |
| 11815 | 7105 | 3241 | 1453 |
| 11835 | 7105 | 3241 | 1459 |
| 11845 | 7105 | 3241 | 1463 |
| | | | 1458 |

VARILLADO

| PESO | P. MOLDE | V. MOLDE | |
|------|----------|----------|------|
| 9485 | 5920 | 2128 | 1675 |
| 9490 | 5920 | 2128 | 1678 |
| 9485 | 5920 | 2128 | 1675 |
| | | | 1676 |

VARILLADO

| PESO | P. MOLDE | V. MOLDE | |
|-------|----------|----------|------|
| 12235 | 7105 | 3241 | 1583 |
| 12190 | 7105 | 3241 | 1569 |
| 12230 | 7105 | 3241 | 1581 |
| | | | 1578 |

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C. DE AZANGARO
 Mtro. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257

BIE: B006 - 00208644



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

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

CANTERA : RIO AZANGARO - AGREGADO GRUESO

 : RIO AZANGARO - AGREGADO FINO

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

FECHA : 25 DE ENERO DEL 2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

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

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

SE UTILIZARÁ EL CEMENTO RUMI TIPO IP

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

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO | AGREGADO FINO |
|-------------------------|-----------------|---------------|
| P.e de Sólidos | | 2.55 |
| P.e SSS | 2.53 | |
| P.e Bulk | | 1676 |
| P.U. Varillado | 1578 | |
| P.U. Suelto | 1458 | 1584 |
| % de Absorción | 1.96 | 3.10 |
| % de Humedad Natural | 3.99 | 6.26 |
| Modulo de Fineza | - | 2.93 |

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

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

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.55) = 372 \text{ Kg/m}^3$$

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

BIE: B006 - 00208644



De acuerdo al módulo de finza del agregado fino = 2.93 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1578 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.605 m³ de agregado grueso por m³ de concreto.

Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.605) * (1578) = 955 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (373) / (2.88 * 1000) = 0.129 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (955) / (2.54 * 1000) = 0.376 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.730 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.730) = 0.270 \text{ m}^3$$

$$(0.270) * (2.55) * 1000 = 688 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &(955) * (1.039887) = 993 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &(688) * (1.0626) = 731 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

$$205 - 955 * \left(\frac{3.99 - 1.96}{100} \right) - 688 \left(\frac{6.26 - 3.10}{100} \right) = 164$$

DOSIFICACIÓN

| AGREGADO | DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³) | PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO | DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³) | PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO |
|---------------|--|---------------------------------|--|-----------------------------------|
| Cemento | 373 | 1.00 | 373 | 1.00 |
| Agua | 205 | 0.55 | 164 | 0.44 |
| Agreg. Grueso | 955 | 2.56 | 993 | 2.66 |
| Agreg. Fino | 688 | 1.85 | 731 | 1.96 |
| Aire | 2.0 % | | 2.0 % | |

8.77 BOLSAS /m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

| | |
|------------------------|------------|
| Cemento | 42.50 Kg. |
| Agregado fino húmedo | 83.40 Kg. |
| Agregado grueso húmedo | 113.18 Kg. |
| Agua efectiva | 18.68 Kg. |



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FICP - CARR. INGENIERÍA CIVIL

M^{tr.} Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

BIE: B006 - 00208644



TESIS UANCV

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:

Redondeo

| | | | |
|------|-----------------------|-----|-----------------------|
| 1.86 | p3 de Arena | 1.9 | p3 de Arena |
| 2.74 | p3 de Piedra Chancada | 2.7 | p3 de Piedra Chancada |
| 19 | Lt de Agua | 19 | Lt de Agua |

RECOMENDACIONES

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

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

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLEROS CACERES VELASQUEZ
FICP - CIP, INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

BIE: B006 - 00208644



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 : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

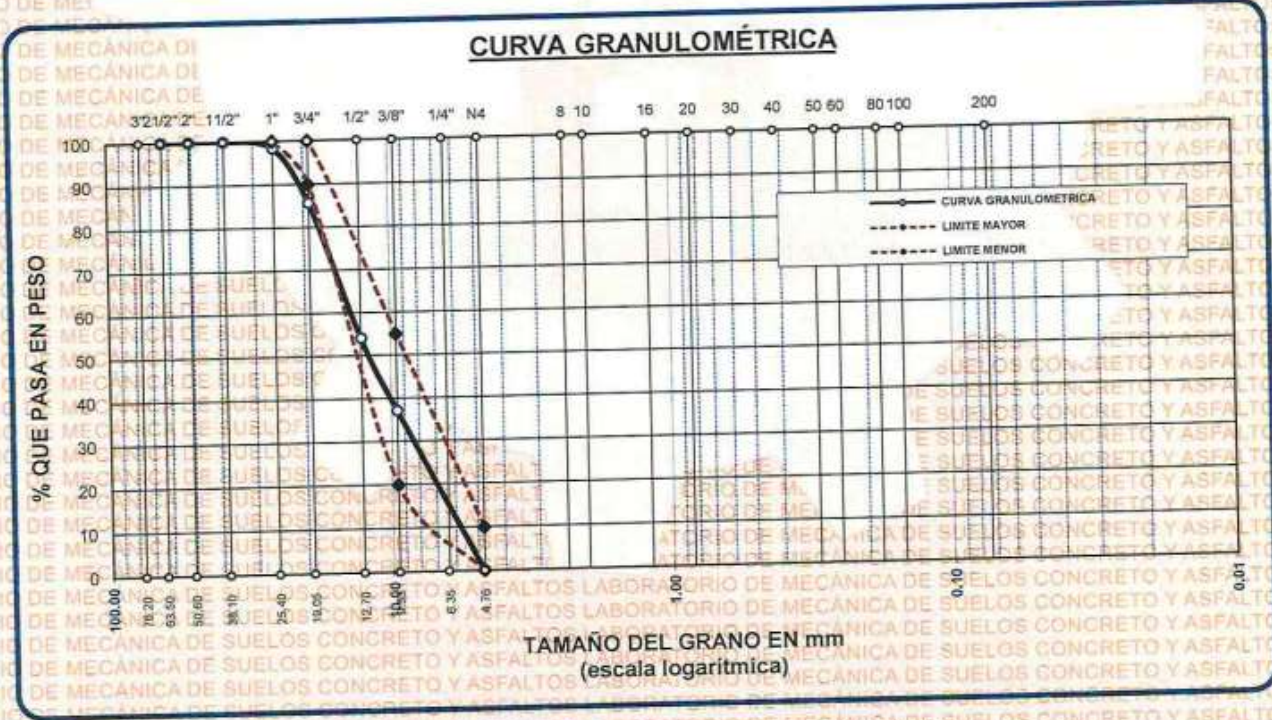
SOLICITANTE : BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

CANTERA : RIO AZANGARO - AGREGADO GRUESO

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

FECHA : 25 DE ENERO DEL 2023

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | %RETENIDO PARCIAL | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|--------------|-------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|------------|----------------------------|
| 3" | 76.200 | | | | 100.00 | | Peso Inicial = 3500 gr. |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | Tamaño max. nominal = 3/4" |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 % | OBSERVACIONES: |
| 1" | 25.400 | 58.00 | 1.66 | 1.66 | 98.34 | 90 - 100 % | |
| 3/4" | 19.050 | 441.00 | 12.60 | 14.26 | 85.74 | | |
| 1/2" | 12.700 | 1109.00 | 31.69 | 45.94 | 54.06 | 20 - 55 % | |
| 3/8" | 9.525 | 594.00 | 16.97 | 62.91 | 37.09 | | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | 0 - 10 % | |
| No4 | 4.760 | 1298.00 | 37.09 | 100.00 | 0.00 | | |
| 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. Arnoldo Yano Torres
 CIP. 197357

BIE: B006 - 00208644



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

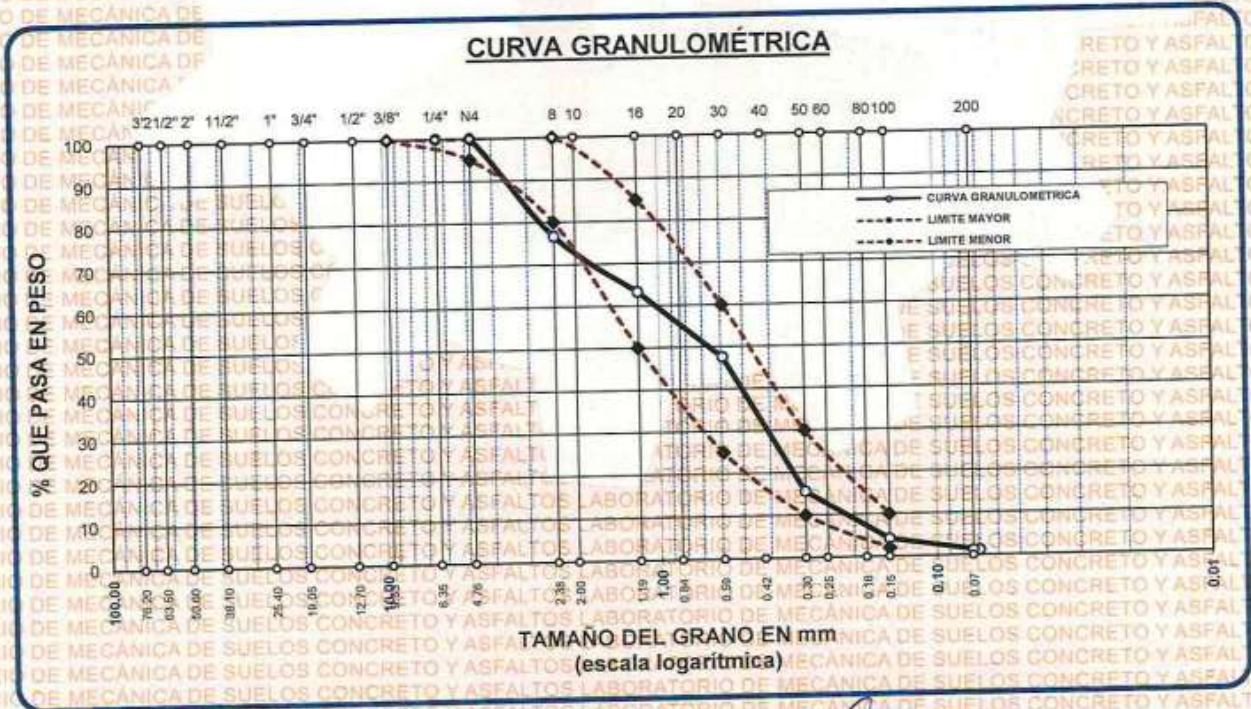
SOLICITANTE : BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO-MACHACA

CANTERA : RIO AZANGARO - AGREGADO FINO

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

FECHA : 25 DE ENERO 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. Módulo de Fineza = 2.93 OBSERVACIONES: |
| 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 % | |
| No8 | 2.380 | 116.62 | 23.32 | 23.32 | 76.68 | | |
| No10 | 2.000 | | | | | | |
| No16 | 1.190 | 66.85 | 13.37 | 36.69 | 63.31 | 50 - 85 % | |
| No20 | 0.840 | | | | | | |
| No30 | 0.590 | 78.65 | 15.73 | 52.42 | 47.58 | 25 - 60 % | |
| No40 | 0.420 | | | | | | |
| No50 | 0.300 | 160.35 | 32.07 | 84.49 | 15.51 | 10 - 30 % | |
| No60 | 0.250 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | 56.84 | 11.37 | 95.86 | 4.14 | 2-10% | |
| No200 | 0.074 | 14.95 | 2.99 | 98.85 | 1.15 | | |
| BASE | | 5.74 | 1.15 | 100 | 0.00 | | |
| TOTAL | | 500.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 1.15 | | | | | |



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 M. S. C. JEFATURA
 Mtr. Arnulfo Yano Torres
 CIP: 103257

BIE: B006 - 00208644



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 : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

CANTERA : RIO AZANGARO - AGREGADO GRUESO
 : RIO AZANGARO - AGREGADO FINO

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

FECHA : 25 DE ENERO DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

| | | | |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| PESO DEL MOLDE | 5920 gr | 5920 gr | 5920 gr |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2128 cm ³ | 2128 cm ³ | 2128 cm ³ |
| COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE | CAIDA LIBRE | CAIDA LIBRE | CAIDA LIBRE |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA | 9285.00 gr | 9300.00 gr | 9290.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA | 3365.00 gr | 3380.00 gr | 3370.00 gr |
| DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA | 1.581 gr/cm ³ | 1.588 gr/cm ³ | 1.584 gr/cm ³ |
| PROMEDIO | 1.584 gr/cm ³ | | |

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

| | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| PESO DEL MOLDE | 5920 gr | 5920 gr | 5920 gr |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2128 cm ³ | 2128 cm ³ | 2128 cm ³ |
| Nº DE CAPAS | 3 | 3 | 3 |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 25 | 25 | 25 |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA | 9485.00 gr | 9490.00 gr | 9485.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA | 3565.00 gr | 3570.00 gr | 3565.00 gr |
| DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA | 1.675 gr/cm ³ | 1.678 gr/cm ³ | 1.675 gr/cm ³ |
| PROMEDIO | 1.676 gr/cm ³ | | |

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Mgr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103457

BIE: B006 - 00208644



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 : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

CANTERA : RIO AZANGARO - AGREGADO GRUESO
 : RIO AZANGARO - AGREGADO FINO

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

FECHA : 25 DE ENERO DEL 2023

| DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO) | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| PESO DEL MOLDE | 7105 gr | 7105 gr | 7105 gr |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 3241 cm ³ | 3241 cm ³ | 3241 cm ³ |
| COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE | CAIDA LIBRE | CAIDA LIBRE | CAIDA LIBRE |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA | 11815.00 gr | 11835.00 gr | 11845.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA | 4710.00 gr | 4730.00 gr | 4740.00 gr |
| DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA | 1.453 gr/cm ³ | 1.459 gr/cm ³ | 1.463 gr/cm ³ |
| PROMEDIO | 1.458 gr/cm ³ | | |

| DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO) | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| PESO DEL MOLDE | 7105 gr | 7105 gr | 7105 gr |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 3241 cm ³ | 3241 cm ³ | 3241 cm ³ |
| Nº DE CAPAS | 3 | 3 | 3 |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 25 | 25 | 25 |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA | 12235.00 gr | 12190.00 gr | 12230.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA | 5130.00 gr | 5085.00 gr | 5125.00 gr |
| DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA | 1.583 gr/cm ³ | 1.569 gr/cm ³ | 1.581 gr/cm ³ |
| PROMEDIO | 1.578 gr/cm ³ | | |

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Mgr. Arnaldo Yano Torres
 CAP 103257

BIE: B006 - 00208644



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 : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

CANTERA : RIO AZANGARO - AGREGADO GRUESO

: RIO AZANGARO - AGREGADO FINO

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

FECHA : 25 DE ENERO DEL 2023

| MUESTRA : AGREGADO FINO | |
|---|--------|
| N° DE TARRO | 1 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.) | 304.58 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.) | 289.65 |
| PESO DEL TARRO (gr.) | 51.24 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.) | 253.34 |
| PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.) | 238.41 |
| PESO DEL AGUA (gr.) | 14.93 |
| % HUMEDAD | 6.26 |

| MUESTRA : AGREGADO GRUESO | |
|---|--------|
| N° DE TARRO | 2 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.) | 440.21 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.) | 425.62 |
| PESO DEL TARRO (gr.) | 59.84 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.) | 380.37 |
| PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.) | 365.78 |
| PESO DEL AGUA (gr.) | 14.59 |
| % HUMEDAD | 3.99 |

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Mg. Yanita Torres
CIR: 102257

BIE: B006 - 00208644



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 : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

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

FECHA : OCTUBRE DEL 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO CONVENCIONAL

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|-------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29216 | 14.98 | 176.24 | 165.77 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 78.94 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29362 | 14.98 | 176.24 | 166.60 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 79.33 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29195 | 15.01 | 176.95 | 164.99 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 78.57 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29204 | 14.98 | 176.24 | 165.70 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 78.91 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29854 | 14.98 | 176.24 | 169.39 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 80.66 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 166.49 | | | | | 79.28 |

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|-------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31195 | 14.98 | 176.24 | 177.00 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 84.29 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31205 | 14.98 | 176.24 | 177.06 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 84.31 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31187 | 15.01 | 176.95 | 176.25 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 83.93 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31216 | 15.01 | 176.95 | 176.41 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 84.01 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31207 | 14.98 | 176.24 | 177.07 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 84.32 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 176.76 | | | | | 84.17 |

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'c | FECHA | FECHA | EDAD | % |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|--------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DIAS | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 38695 | 15.01 | 176.95 | 218.68 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 104.13 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 38684 | 15.01 | 176.95 | 218.62 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 104.10 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 38712 | 14.98 | 176.24 | 219.65 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 104.60 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 38703 | 14.98 | 176.24 | 219.60 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 104.57 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 38697 | 15.01 | 176.95 | 218.69 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 104.14 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 219.05 | | | | | 104.31 |

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

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

 Arnelio Yana Torres
 C.P. 103257

BIE- B006 - 00208644



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

SOLICITANTE

BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

OCTUBRE DEL 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA AL 0.8%

| Nº | 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 | 30935 | 15.01 | 176.95 | 174.82 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 83.25 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 30950 | 14.98 | 176.24 | 175.61 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 83.62 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 30915 | 14.98 | 176.24 | 175.41 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 83.53 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 30936 | 14.98 | 176.24 | 175.53 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 83.59 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 30927 | 15.01 | 176.95 | 174.78 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 83.23 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 175.23 | | | | | 83.44 |

| Nº | 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 | 32715 | 15.01 | 176.95 | 184.88 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 88.04 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32698 | 15.01 | 176.95 | 184.79 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 87.99 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32725 | 14.98 | 176.24 | 185.68 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 88.42 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32678 | 14.98 | 176.24 | 185.41 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 88.29 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32698 | 15.01 | 176.95 | 184.79 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 87.99 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 185.11 | | | | | 88.15 |

| Nº | 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 | 39205 | 15.01 | 176.95 | 221.56 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 105.50 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 39185 | 14.98 | 176.24 | 222.33 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 105.87 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 39197 | 14.98 | 176.24 | 222.40 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 105.91 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 39202 | 14.98 | 176.24 | 222.43 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 105.92 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 39199 | 15.01 | 176.95 | 221.53 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 105.49 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 222.05 | | | | | 105.74 |

OBSERVACIONES

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



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

Mgtr. Arnoldo Iano Torres
C.P. 193257

BIE: B006 - 00208644



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

SOLICITANTE BACHILLER JHONATAN ELVIS-YTO MACHACA

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

FECHA OCTUBRE DEL 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA AL 1%

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'C | FECHA | FECHA | EDAD | % | |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|-------|-------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DIAS | | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31662 | 15.01 | 176.95 | 178.93 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 85.21 | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31645 | 14.98 | 176.24 | 179.55 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 85.50 | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31655 | 14.98 | 176.24 | 179.61 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 85.53 | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31635 | 14.98 | 176.24 | 179.50 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 85.47 | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 31675 | 15.01 | 176.95 | 179.01 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 85.24 | |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 179.32 | | | | | | 85.39 |

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'C | FECHA | FECHA | EDAD | % | |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|-------|-------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DIAS | | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33255 | 14.98 | 176.24 | 188.69 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 89.85 | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33260 | 14.98 | 176.24 | 188.72 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 89.86 | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33249 | 15.01 | 176.95 | 187.90 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 89.48 | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33247 | 14.98 | 176.24 | 188.64 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 89.83 | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33262 | 14.98 | 176.24 | 188.73 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 89.87 | |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 188.53 | | | | | | 89.78 |

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA | Ø | AREA | ESF. ROTURA | F'C | FECHA | FECHA | EDAD | % | |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------------|--------|------------|------------|------|--------|--------|
| | | Kg | cm | cm2 | Kg/cm2 | Kg/cm2 | VACIADO | ROTURA | DIAS | | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 39592 | 15.01 | 176.95 | 223.75 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 106.55 | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 39585 | 15.01 | 176.95 | 223.71 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 106.53 | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 39588 | 14.98 | 176.24 | 224.62 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 106.96 | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 39601 | 14.98 | 176.24 | 224.69 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 107.00 | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 39599 | 15.01 | 176.95 | 223.79 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 106.56 | |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 224.11 | | | | | | 106.72 |

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

M.S.C.A. JEPATURA

Mgtr. Aníbaldo Iana Torres
CIP: 103257

BIE: B006 - 00208644



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA INCIDENCIA EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO PRODUCIDO CON AGREGADOS NATURALES Y ARTIFICIALES CON EL USO DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE BACHILLER ALBER MAMANI SANCHEZ

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

FECHA SETIEMBRE 2022

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA AL 1.2%

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA Kg | Ø cm | AREA cm ² | ESF. ROTURA Kg/cm ² | F'C Kg/cm ² | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS | % |
|-------------------------|---------------------------|-------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32542 | 15.01 | 176.95 | 183.90 | 210 | 22/08/2023 | 25/09/2022 | 7 | 87.57 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32554 | 14.98 | 176.24 | 184.71 | 210 | 22/08/2023 | 25/09/2022 | 7 | 87.96 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32536 | 14.98 | 176.24 | 184.81 | 210 | 22/08/2023 | 25/09/2022 | 7 | 87.91 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32568 | 15.01 | 176.95 | 184.05 | 210 | 22/08/2023 | 25/09/2022 | 7 | 87.64 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 32575 | 14.98 | 176.24 | 184.83 | 210 | 22/08/2023 | 25/09/2022 | 7 | 88.01 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 184.42 | | | | | 87.82 |

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA Kg | Ø cm | AREA cm ² | ESF. ROTURA Kg/cm ² | F'C Kg/cm ² | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS | % |
|-------------------------|---------------------------|-------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33758 | 14.98 | 176.24 | 191.54 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 91.21 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33762 | 14.98 | 176.24 | 191.56 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 91.22 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33745 | 15.01 | 176.95 | 190.70 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 90.81 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33739 | 15.01 | 176.95 | 190.67 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 90.80 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 33758 | 14.98 | 176.24 | 191.54 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 91.21 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 191.20 | | | | | 91.05 |

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA Kg | Ø cm | AREA cm ² | ESF. ROTURA Kg/cm ² | F'C Kg/cm ² | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS | % |
|-------------------------|---------------------------|-------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|--------------|--------|
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 40297 | 14.98 | 176.24 | 228.64 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 108.88 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 40302 | 14.98 | 176.24 | 228.67 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 108.89 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 40287 | 15.02 | 177.19 | 227.37 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 108.27 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 40299 | 14.98 | 176.24 | 228.66 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 108.88 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 40303 | 15.01 | 176.95 | 227.76 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 108.46 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 228.22 | | | | | 108.68 |

OBSERVACIONE:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAD INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Amanda Yana Torres
C.P. 103257

BIE: B006 - 00208644



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

SOLICITANTE: BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

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

FECHA: OCTUBRE DEL 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON SILLAR RECICLADO AL 0.5%

| 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 | 23902 | 15.01 | 176.95 | 135.08 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 64.32 | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 23889 | 14.98 | 176.24 | 135.55 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 64.55 | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 23901 | 14.98 | 176.24 | 135.61 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 64.58 | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 23895 | 14.98 | 176.24 | 135.58 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 64.56 | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 23913 | 15.01 | 176.95 | 135.14 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 64.35 | |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 135.39 | | | | | | |

| 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 | 29185 | 14.98 | 176.24 | 165.59 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 78.85 | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29172 | 14.98 | 176.24 | 165.52 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 78.82 | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29195 | 15.01 | 176.95 | 164.99 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 78.57 | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29199 | 14.98 | 176.24 | 165.67 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 78.89 | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29201 | 14.98 | 176.24 | 165.69 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 78.81 | |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 165.49 | | | | | | |

| 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 | 34123 | 15.01 | 176.95 | 192.84 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 91.83 | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 34135 | 15.01 | 176.95 | 192.91 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 91.86 | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 34122 | 14.98 | 176.24 | 193.61 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 92.19 | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 34117 | 14.98 | 176.24 | 193.58 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 92.18 | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 34152 | 15.01 | 176.95 | 193.00 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 91.91 | |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 193.19 | | | | | | |

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



UNIVERSIDAD ANCIANA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C. J. YTO MACHACA
Mgtr. Arnaldo Yano Torres
CIP: 103257

BIE: B006 - 00208644



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

SOLICITANTE: BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

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

FECHA: OCTUBRE DEL 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON SILLAR RECICLADO AL 1%

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA Kg | Ø cm | AREA cm2 | ESF. ROTURA Kg/cm2 | F'C Kg/cm2 | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS | % |
|-------------------------|---------------------------|----------|-------|----------|--------------------|------------|---------------|--------------|-----------|-------|
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 24915 | 15.01 | 176.95 | 140.80 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 67.05 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 24905 | 14.98 | 176.24 | 141.31 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 67.29 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 24922 | 14.98 | 176.24 | 141.41 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 67.34 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 24916 | 14.98 | 176.24 | 141.37 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 67.32 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 24912 | 15.01 | 176.95 | 140.79 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 67.04 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 141.14 | | | | | 67.21 |

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA Kg | Ø cm | AREA cm2 | ESF. ROTURA Kg/cm2 | F'C Kg/cm2 | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS | % |
|-------------------------|---------------------------|----------|-------|----------|--------------------|------------|---------------|--------------|-----------|-------|
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29723 | 14.98 | 176.24 | 168.65 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 80.31 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29719 | 14.98 | 176.24 | 168.62 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 80.30 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29716 | 15.01 | 176.95 | 167.93 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 79.97 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29731 | 14.98 | 176.24 | 168.69 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 80.33 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 29726 | 14.98 | 176.24 | 168.66 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 80.32 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 168.51 | | | | | 80.24 |

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA Kg | Ø cm | AREA cm2 | ESF. ROTURA Kg/cm2 | F'C Kg/cm2 | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DIAS | % |
|-------------------------|---------------------------|----------|-------|----------|--------------------|------------|---------------|--------------|-----------|-------|
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 35189 | 15.01 | 176.95 | 198.86 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 94.70 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 35175 | 15.01 | 176.95 | 198.78 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 94.66 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 35192 | 14.98 | 176.24 | 199.68 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 95.08 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 35162 | 14.98 | 176.24 | 199.51 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 95.00 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 35182 | 15.01 | 176.95 | 198.82 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 94.68 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 199.13 | | | | | 94.82 |

OBSERVACIONE

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 E.I.C.P. - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Aracely Yana Torres
 CIP 203257

BIE: B006 - 00208644



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 : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : BACHILLER JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

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

FECHA : OCTUBRE DEL 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON SILLAR RECICLADO AL 1.5%

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA Kg | Ø cm | AREA cm2 | ESF. ROTURA Kg/cm2 | F'C Kg/cm2 | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DÍAS | % |
|-------------------------|---------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 27429 | 15.01 | 176.95 | 155.01 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 73.81 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 27432 | 14.98 | 176.24 | 155.65 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 74.12 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 27422 | 14.98 | 176.24 | 155.59 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 74.09 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 27435 | 14.98 | 176.24 | 155.67 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 74.13 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 27428 | 15.01 | 176.95 | 155.00 | 210 | 22/08/2023 | 29/08/2023 | 7 | 73.81 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 155.38 | | | | | 73.99 |

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA Kg | Ø cm | AREA cm2 | ESF. ROTURA Kg/cm2 | F'C Kg/cm2 | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DÍAS | % |
|-------------------------|---------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 30422 | 14.98 | 176.24 | 172.61 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 82.20 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 30418 | 14.98 | 176.24 | 172.59 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 82.19 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 30432 | 15.01 | 176.95 | 171.98 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 81.90 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 30425 | 14.98 | 176.24 | 172.63 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 82.20 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 30430 | 14.98 | 176.24 | 172.66 | 210 | 22/08/2023 | 05/09/2023 | 14 | 82.22 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 172.49 | | | | | 82.14 |

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA Kg | Ø cm | AREA cm2 | ESF. ROTURA Kg/cm2 | F'C Kg/cm2 | FECHA VACIADO | FECHA ROTURA | EDAD DÍAS | % |
|-------------------------|---------------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 36068 | 15.01 | 176.95 | 203.83 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 97.06 |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 36074 | 15.01 | 176.95 | 203.87 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 97.08 |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 36057 | 14.98 | 176.24 | 204.59 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 97.42 |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 36068 | 14.98 | 176.24 | 204.65 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 97.45 |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 36071 | 15.01 | 176.95 | 203.85 | 210 | 22/08/2023 | 19/09/2023 | 28 | 97.07 |
| Promedio De Esf. Rotura | | | | | 204.16 | | | | | 97.22 |

OBSERVACIONE
1 - LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



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

Mgtr. Jhonatan Elvís Yto Machaca
C.I.P. 103257

BIE: B006 - 00208644



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 08-07-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JHONATAN ELVIS YTO MACHACA

Dirección: Jr. LA LIBERTAD 1105

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 76271832

Teléfono: 910 279 389 email: ytojhonatan@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA Y SILLAR

RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO

CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE AZÁNGARO

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO, PIEDRA PÓMEZ PULVERIZADA, SILLAR RECICLADO, ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A 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 autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

08-07-2024

Fecha