

# INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

---

**Fecha de entrega:** 08-sep-2024 09:36 am (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2448552326

**Nombre del archivo:** T036\_70339210\_T.docx (39.26M)

**Total de palabras:** 28129

**Total de caracteres:** 149860

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



**INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO**  
**SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO**  
**CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN**

**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**

**INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO  
SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  
CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:

  
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO


**PRIMER MIEMBRO**

:

  
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA


**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Mgr. ARNALDO YANA TORRES

**ASESOR DE TESIS**

:

  
Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 371-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de agosto de 2024

### VISTOS:

El **INFORME N° 08-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°238-2024 de fecha 06 de junio de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

### CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

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

* <b>Presidente</b>	:	<b>Dr. LEONEL SUASACA PELINCO</b>
* <b>1er Miembro</b>	:	<b>Dr. EFRAIN PARILLO SOSA</b>
* <b>2do Miembro</b>	:	<b>Mgr. ARNALDO YANA TORRES</b>
* <b>Asesor</b>	:	<b>Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES</b>

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

### RESUELVE:

**ARTICULO PRIMERO.** - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

* <b>FECHA</b>	:	viernes 09 de agosto de 2024
* <b>HORA</b>	:	08:00
* <b>LUGAR</b>	:	Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c. Arch. 2024  
Interesado  
Escuela Profesional



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 45631



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 238-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de junio de 2024

### VISTOS:

El **INFORME N° 056-2024-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 036-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 984-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **19 de setiembre de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **19 de diciembre de 2023** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

### CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

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

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

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 1377-2023, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

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

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

### RESUELVE:

**ARTICULO PRIMERO.- APROBAR**, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

cc.  
archivo 2024  
interesado (a)



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

Dr. MILTHON QUISEP HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 45531



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 984-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 19 de setiembre 2023

### VISTOS:

El, **INFORME N° 576-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 173-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 130-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **08 de setiembre de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

### CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, y;

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

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

### RESUELVE:

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.  
archivo 2023  
interesado (a)



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

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



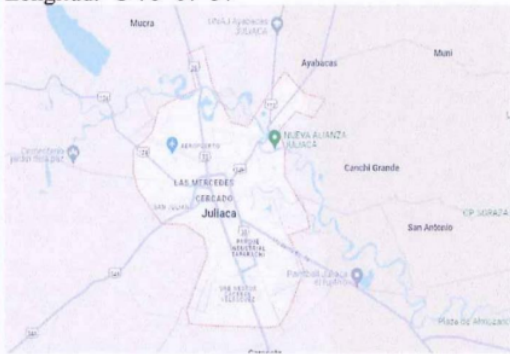
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

D. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 96531

## Metadatos Complementarios



<b>Título de la tesis</b>	
<b>INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Cesar Alberto Pacompia Calsin
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70339210
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0006-5278-2640">https://orcid.org/0009-0006-5278-2640</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8509-7224">https://orcid.org/0000-0001-8509-7224</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres

Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú  Departamento: Puno  Provincia: San Román  Distrito: Juliaca  Localidad: Juliaca  Latitud: S 15° 29' 27"  Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/XhxiD4nuohWRCsvDA">https://maps.app.goo.gl/XhxiD4nuohWRCsvDA</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2023 - Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p><b>Ingeniería civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a></p> <p><b>Ingeniería de la construcción</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p> <p><b>Ingeniería estructural y municipal</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04</a></p>


  
**Dr. Efraim Arjillo Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN, identificado con DNI  
Nro. 70339210, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO

SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO

CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.


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

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

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

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

Juliaca 29 de AGOSTO del 2024

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella

## DEDICATORIA

10

*A mis padres, cuya guía y apoyo incondicional han sido la base sobre la cual he construido mis logros.*

*Gracias por creer en mí y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.*

*Finalmente, dedico este trabajo a todos aquellos que de alguna manera han contribuido a mi desarrollo académico y personal. Este logro es también suyo.*

## AGRADECIMIENTO

<sup>33</sup> Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental en la realización de esta tesis.

<sup>62</sup> En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fuerza y la sabiduría para superar cada desafío y alcanzar esta meta.

A todos ustedes, les dedico este logro con gratitud y aprecio.

# 1 ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xiii</b>

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

<b>1.1 Situación problemática</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema</b> .....	<b>2</b>
1.2.1 Problema General .....	2
1.2.2 Problemas Específicos .....	2
<b>1.3 Objetivos de la investigación</b> .....	<b>2</b>
1.3.1 Objetivo General .....	2
1.3.2 Objetivos Específicos .....	2
<b>1.4 Justificación de la investigación</b> .....	<b>3</b>
1.4.1 Justificación Técnica .....	3
1.4.2 Justificación Social .....	3
1.4.3 Justificación ambiental .....	3
1.4.4 Justificación económica .....	4
<b>1.5 Hipótesis de la Investigación</b> .....	<b>4</b>
1.5.1 Hipótesis General .....	4
1.5.2 Hipótesis Específicas .....	4
<b>1.6 Variables e indicadores</b> .....	<b>5</b>
1.6.1 Variable Independiente .....	5
1.6.2 Variable Dependiente .....	5
<b>1.7 Operacionalización de Variables</b> .....	<b>5</b>

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

<b>2.1 Antecedentes de la investigación</b> .....	<b>6</b>
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	6
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	12
2.1.3 Antecedentes regionales .....	18

<b>1</b>	<b>2.2 Bases teóricas.....</b>	<b>22</b>
	2.2.1 Concreto.....	22
	2.2.1.1 Definición de Concreto .....	22
	2.2.1.2 Historia del Concreto .....	22
	2.2.1.3 Propiedades del Concreto .....	22
	2.2.1.4 Composición del Concreto.....	23
	2.2.1.5 Innovaciones en el Concreto .....	24
	2.2.1.6 Impacto de los Materiales Reciclados en el Concreto.....	24
<b>21</b>	2.2.2 Agregados.....	24
	2.2.2.1 Definición de Agregados.....	24
	2.2.2.2 Clasificación de los Agregados.....	25
	2.2.2.3 Propiedades de los Agregados.....	25
	2.2.2.4 Innovaciones en el Uso de Agregados.....	26
	2.2.2.5 Impacto Ambiental de los Agregados .....	27
	2.2.3 Escoria negra .....	27
	2.2.3.1 Definición de Escoria Negra .....	27
	2.2.3.2 Propiedades de la Escoria Negra.....	28
	2.2.3.3 Usos de la Escoria Negra en la Construcción .....	29
	2.2.3.4 Ventajas del Uso de la Escoria Negra .....	29
	2.2.3.5 Desafíos y Consideraciones .....	30
<b>1</b>	2.2.4 Polvo de granito .....	31
	2.2.4.1 Definición de Polvo de Granito .....	31
	2.2.4.2 Propiedades del Polvo de Granito .....	31
	2.2.4.3 Usos del Polvo de Granito en la Construcción .....	32
	2.2.4.4 Ventajas del Uso del Polvo de Granito.....	33
	2.2.4.5 Desafíos y Consideraciones .....	33
<b>20</b>	2.2.5 Diseño de mezclas.....	34
	2.2.5.1 Definición del Diseño de Mezclas de Concreto .....	34
	2.2.5.2 Importancia del Diseño de Mezclas.....	34
	2.2.5.3 Principios del Diseño de Mezclas .....	34
	2.2.5.4 Métodos de Diseño de Mezclas.....	35
	2.2.5.5 Factores que Afectan el Diseño de Mezclas .....	36
	2.2.5.6 Innovaciones en el Diseño de Mezclas .....	37
<b>1</b>	<b>2.3 Marco conceptual .....</b>	<b>38</b>
	2.3.1 Agregado.....	38
	2.3.2 Asentamiento .....	38
	2.3.3 Cemento.....	38
	2.3.4 Concreto.....	38
	2.3.5 Escoria negra .....	39
	2.3.6 Polvo de granito .....	39
	2.3.7 Resistencia a la compresión .....	39

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1</b>	<b>Diseño de la Investigación</b> .....	<b>40</b>
<b>3.2</b>	<b>Método de la Investigación</b> .....	<b>40</b>
<b>3.3</b>	<b>Nivel y tipo de la investigación</b> .....	<b>41</b>
3.3.1	Nivel de la Investigación .....	41
3.3.2	Tipo de la investigación .....	41
<b>3.4</b>	<b>Población y Muestra</b> .....	<b>41</b>
3.4.1	Población .....	41
3.4.2	Muestra .....	42
<b>3.5</b>	<b>Técnicas e instrumentos de investigación para recopilación de datos</b> .....	<b>42</b>
3.5.1	Técnicas de recolección de datos .....	42
3.5.2	Instrumentos de recolección de datos investigación .....	43
<b>3.6</b>	<b>Proceso de obtención de datos</b> .....	<b>44</b>
3.6.1	Desarrollo de plan de investigación .....	44
<b>3.7</b>	<b>Procesamiento de datos</b> .....	<b>51</b>

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

<b>4.1</b>	<b>Resultados obtenidos.</b> .....	<b>52</b>
4.1.1	Resultados sobre el efecto de la escoria negra y el polvo de granito en distintas proporciones en el asentamiento del concreto. ....	59
4.1.2	Resultados sobre el efecto de la escoria negra y el polvo de granito en la resistencia a la compresión del concreto. ....	62
4.1.2.1	Resistencia del concreto muestra patrón .....	62
4.1.2.2	Concreto + Escoria negra 2%.....	67
4.1.2.3	Concreto + Escoria negra 4%.....	72
4.1.2.4	Concreto + Escoria negra 6%.....	77
4.1.2.5	Concreto + Polvo de granito 1%.....	82
4.1.2.6	Concreto + Polvo de granito 3%.....	87
4.1.2.7	Concreto + Polvo de granito 5%.....	92
4.1.2.8	Comparación de resistencias del concreto en edades 7, 14 y 28 días .....	97
4.1.3	Resultados sobre la resistencia a compresión del concreto utilizando la combinación óptima de escoria negra y polvo de granito. ....	99
<b>4.2</b>	<b>Discusión de resultados.</b> .....	<b>105</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>114</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>115</b>
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>116</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>121</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables.....	5
<b>Tabla 2</b> Muestras a elaborarse.....	42
<b>Tabla 3</b> Distribución granulométrica del agregado grueso.....	52
<b>Tabla 4</b> Distribución granulométrica del agregado fino.....	53
<b>Tabla 5</b> Humedad de los agregados.....	54
<b>Tabla 6</b> Peso unitario suelto (Agreg. Fino).....	56
<b>Tabla 7</b> Peso unitario suelto (Agreg. Grueso).....	56
<b>Tabla 8</b> Peso unitario compactado (Agreg. Fino).....	56
<b>Tabla 9</b> Peso unitario compactado (Agreg. Grueso).....	57
<b>Tabla 10</b> Atributos físicos de agregados.....	58
<b>Tabla 11</b> Dosificación según diseño de mezclas.....	58
<b>Tabla 12</b> Dosificaciones de los materiales a emplearse.....	59
<b>Tabla 13</b> Asentamiento del concreto + escoria negra.....	59
<b>Tabla 14</b> Asentamiento del concreto + polvo de granito.....	61
<b>Tabla 15</b> Resistencia del concreto $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , muestra patrón en 7 días.....	62
<b>Tabla 16</b> Resistencia del concreto $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , muestra patrón en 14 días.....	64
<b>Tabla 17</b> Resistencia del concreto $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , muestra patrón en 28 días.....	66
<b>Tabla 18</b> Resistencia del concreto + escoria negra al 2%.....	67
<b>Tabla 19</b> Resistencia del concreto + escoria negra al 2%.....	69
<b>Tabla 20</b> Resistencia del concreto + escoria negra al 2%.....	70
<b>Tabla 21</b> Resistencia del concreto + escoria negra al 4%.....	72
<b>Tabla 22</b> Resistencia del concreto + escoria negra al 4%.....	74
<b>Tabla 23</b> Resistencia del concreto + escoria negra al 4%.....	75
<b>Tabla 24</b> Resistencia del concreto + escoria negra al 6%.....	77
<b>Tabla 25</b> Resistencia del concreto + escoria negra al 6%.....	79
<b>Tabla 26</b> Resistencia del concreto + escoria negra al 6%.....	80
<b>Tabla 27</b> Resistencia del concreto + polvo de granito al 1%.....	82
<b>Tabla 28</b> Resistencia del concreto + polvo de granito al 1%.....	84
<b>Tabla 29</b> Resistencia del concreto + polvo de granito al 1%.....	86
<b>Tabla 30</b> Resistencia del concreto + polvo de granito al 3%.....	88
<b>Tabla 31</b> Resistencia del concreto + polvo de granito al 3%.....	89
<b>Tabla 32</b> Resistencia del concreto + polvo de granito al 3%.....	91
<b>Tabla 33</b> Resistencia del concreto + polvo de granito al 5%.....	93
<b>Tabla 34</b> Resistencia del concreto + polvo de granito al 5%.....	94

<b>Tabla 35</b> Resistencia del concreto + polvo de granito al 5%. .....	96
<b>Tabla 36</b> Cuadro de resistencias obtenidas en diferentes períodos. ....	98
<b>Tabla 37</b> Resistencia del concreto con la combinación de escoria negra + polvo de granito.....	100
<b>Tabla 38</b> Resistencia del concreto con la combinación de escoria negra + polvo de granito.....	101
<b>Tabla 39</b> Resistencia del concreto con la combinación de escoria negra + polvo de granito.....	103

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación de la cantera .....	45
<b>Figura 2</b> Polvo de granito de la cantera Cabanillas .....	45
<b>Figura 3</b> Escoria negra.....	46
<b>Figura 4</b> Ensayo de abrasión .....	47
<b>Figura 5</b> Máquina de fuerza a compresión .....	51
<b>Figura 6</b> Curva de distribución de tamaños del agregado grueso. ....	53
<b>Figura 7</b> Curva de distribución de tamaños del agregado fino. ....	54
<b>Figura 8</b> % de humedad.....	55
<b>Figura 9</b> Comportamiento del asentamiento del concreto con adición de escoria negra. .....	60
<b>Figura 10</b> Comportamiento del asentamiento del concreto + polvo de granito.....	61
<b>Figura 11</b> Resistencia lograda en 7 días, de la muestra patrón. ....	63
<b>Figura 12</b> Porcentaje de resistencia alcanzada en 7 días, concreto muestra patrón. ....	63
<b>Figura 13</b> Resistencia lograda en 14 días, de la muestra patrón. ....	64
<b>Figura 14</b> Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto muestra patrón.....	65
<b>Figura 15</b> Resistencia lograda en 28 días, de la muestra patrón. ....	66
<b>Figura 16</b> Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto muestra patrón.....	67
<b>Figura 17</b> Resistencia lograda en 7 días, del concreto + escoria negra al 2%. ....	68
<b>Figura 18</b> Porcentaje de resistencia lograda en 7 días, concreto + escoria negra al 2%. .....	68
<b>Figura 19</b> Resistencia lograda en 14 días, del concreto + escoria negra al 2%. ....	69
<b>Figura 20</b> Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto + escoria negra al 2%. .....	70
<b>Figura 21</b> Resistencia lograda en 28 días, del concreto + escoria negra al 2%. ....	71
<b>Figura 22</b> Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto + escoria negra al 2%. .....	72
<b>Figura 23</b> Resistencia lograda en 7 días, del concreto + escoria negra al 4%. ....	73
<b>Figura 24</b> Porcentaje de resistencia alcanzada a los 7 días, concreto + escoria negra al 4%. ....	73
<b>Figura 25</b> Resistencia lograda en 14 días, del concreto + escoria negra al 4%. ....	74
<b>Figura 26</b> Porcentaje de resistencia alcanzada a los 14 días, concreto + escoria negra al 4%. ....	75
<b>Figura 27</b> Resistencia lograda en 28 días, del concreto + escoria negra al 4%. ....	76

<b>Figura 28</b> Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto + escoria negra al 4%.	77
<b>Figura 29</b> Resistencia lograda en 7 días, del concreto + escoria negra al 6%.	78
<b>Figura 30</b> Porcentaje de resistencia lograda en 7 días, concreto + escoria negra al 6%.	78
<b>Figura 31</b> Resistencia lograda en 14 días, del concreto + escoria negra al 6%.	79
<b>Figura 32</b> Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto + escoria negra al 6%.	80
<b>Figura 33</b> Resistencia lograda en 28 días, del concreto + escoria negra al 6%.	81
<b>Figura 34</b> Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto + escoria negra al 6%.	82
<b>Figura 35</b> Resistencia lograda en 7 días, del concreto + polvo de granito al 1%.	83
<b>Figura 36</b> Porcentaje de resistencia lograda en 7 días, concreto + polvo de granito al 1%.	84
<b>Figura 37</b> Resistencia lograda en 14 días, del concreto + polvo de granito al 1%.	85
<b>Figura 38</b> Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto + polvo de granito al 1%.	85
<b>Figura 39</b> Resistencia lograda en 28 días, del concreto + polvo de granito al 1%.	86
<b>Figura 40</b> Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto + polvo de granito al 1%.	87
<b>Figura 41</b> Resistencia lograda en 7 días, del concreto + polvo de granito al 3%.	88
<b>Figura 42</b> Porcentaje de resistencia lograda en 7 días, concreto + polvo de granito al 3%.	89
<b>Figura 43</b> Resistencia lograda en 14 días, del concreto + polvo de granito al 3%.	90
<b>Figura 44</b> Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto + polvo de granito al 3%.	90
<b>Figura 45</b> Resistencia lograda en 28 días, del concreto + polvo de granito al 3%.	91
<b>Figura 46</b> Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto + polvo de granito al 3%.	92
<b>Figura 47</b> Resistencia lograda en 7 días, del concreto + polvo de granito al 5%.	93
<b>Figura 48</b> Porcentaje de resistencia lograda en 7 días, concreto + polvo de granito al 5%.	94
<b>Figura 49</b> Resistencia lograda en 14 días, del concreto + polvo de granito al 5%.	95
<b>Figura 50</b> Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto + polvo de granito al 5%.	95
<b>Figura 51</b> Resistencia lograda en 28 días, del concreto + polvo de granito al 5%.	96

<b>Figura 52</b> Porcentaje de resistencia alcanzada a los 28 días, concreto + polvo de granito al 5%.....	97
<b>Figura 53</b> Comparativa de resistencias a distintas edades. ....	98
<b>Figura 54</b> Resistencia a 7 días, del concreto con combinación de escoria negra y polvo de granito.....	100
<b>Figura 55</b> Porcentaje de resistencia a 7 días, concreto con escoria negra y polvo de granito.....	101
<b>Figura 56</b> Resistencia a 14 días, del concreto con combinación de escoria negra y polvo de granito.....	102
<b>Figura 57</b> Porcentaje de resistencia a 14 días, concreto con escoria negra y polvo de granito.....	102
<b>Figura 58</b> Resistencia a 28 días, del concreto con combinación de escoria negra y polvo de granito.....	103
<b>Figura 59</b> Porcentaje de resistencia a 28 días, concreto con escoria negra y polvo de granito.....	104

## RESUMEN

La investigación denominada “**Incidencia del empleo de escoria negra y polvo de granito sobre la resistencia a la compresión de un concreto convencional producido en la ciudad de Juliaca**”, se centra en evaluar los efectos de estos materiales a la resistencia del concreto. La metodología es científica, con un diseño experimental explicativo y de tipo aplicado, abarcando una muestra de 105 briquetas de concreto. Las técnicas e instrumentos utilizados fueron fichas y guías de observación de campo. El concreto estándar presenta un asentamiento de 3.5 pulgadas. La adición de escoria negra en porcentajes de 2%, 4% y 6% redujo el asentamiento a 1.8 pulgadas, resultando en una consistencia más seca. Del mismo modo, el empleo de polvo de granito en porcentajes de 1%, 3% y 5% disminuyó el asentamiento a 2.4 pulgadas, alcanzando una consistencia seca con el 5% de polvo de granito. A los 28 días, el concreto estándar tenía una resistencia a la compresión de 213.42 kg/cm<sup>2</sup>. Los concretos con escoria negra presentaron resistencias mayores: 233.60 kg/cm<sup>2</sup> (2%), 248.76 kg/cm<sup>2</sup> (4%) y 224.58 kg/cm<sup>2</sup> (6%). Los concretos con polvo de granito también superaron la resistencia estándar: 224.64 kg/cm<sup>2</sup> (1%), 231.97 kg/cm<sup>2</sup> (3%) y 229.57 kg/cm<sup>2</sup> (5%). El porcentaje más efectivo fue el 4% de escoria negra, con la mayor resistencia. La combinación de 4% de escoria negra y 3% de polvo de granito resultó en una resistencia promedio de 241.53 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Estos resultados demuestran una mejora significativa en la peculiaridad mecánicas del concreto bajo estas condiciones. La adición de escoria negra y polvo de granito no solo mejora la resistencia a la compresión, sino que también influye en el asentamiento y la consistencia, presentándose como una opción viable para optimizar las peculiaridades del concreto en aplicaciones constructivas.

**Palabras Clave:** Concreto convencional, asentamiento, escoria negra, polvo de granito, resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

The research called "Incidence of the use of black slag and granite dust on the compressive strength of a conventional concrete produced in the city of Juliaca", is focused on evaluating the effects of these materials on the strength of concrete. The methodology is scientific, with an explanatory and applied experimental design, covering a sample of 105 concrete briquettes. The techniques and instruments used were cards and field observation guides. The standard concrete has a slump of 3.5 inches. The addition of black slag in percentages of 2%, 4% and 6% reduced the slump to 1.8 inches, resulting in a drier consistency. Similarly, the use of granite powder at 1%, 3% and 5% reduced the slump to 2.4 inches, reaching a dry consistency with 5% granite powder. At 28 days, the standard concrete had a compressive strength of 213.42 kg/cm<sup>2</sup>. The concretes with black slag had higher strengths: 233.60 kg/cm<sup>2</sup> (2%), 248.76 kg/cm<sup>2</sup> (4%) and 224.58 kg/cm<sup>2</sup> (6%). The concretes with granite powder also exceeded the standard strength: 224.64 kg/cm<sup>2</sup> (1%), 231.97 kg/cm<sup>2</sup> (3%) and 229.57 kg/cm<sup>2</sup> (5%). The most effective percentage was 4% black slag, with the highest strength. The combination of 4% black slag and 3% granite powder resulted in an average strength of 241.53 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days. These results demonstrate a significant improvement in the mechanical properties of the concrete under these conditions. The addition of black slag and granite powder not only improves compressive strength, but also influences slump and consistency, presenting itself as a viable option to optimize concrete properties in construction applications.

**Keywords:** Conventional concrete, slump, slag, black slag, granite powder, compressive strength.

## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción se enfrenta continuamente al reto de desarrollar materiales más sostenibles y eficientes que no solo mejoren el rendimiento estructural, sino que también contribuyan a la reducción del impacto ambiental. En este entorno, el uso de materiales reciclados y subproductos industriales en la fabricación de concreto ha ganado relevancia. Entre estos materiales, la escoria negra y el polvo de granito surgen como alternativas prometedoras debido a sus propiedades físicas y químicas, así como a su abundancia y bajo costo.

La escoria negra es un subproducto de la industria metalúrgica, especialmente de la producción de acero. Su disposición inadecuada representa un problema ambiental significativo; por lo tanto, su reutilización en la construcción no solo ayuda a mitigar estos problemas, sino que también puede mejorar las peculiaridades mecánicas del concreto. Asimismo, el polvo de granito, producido durante el corte y pulido de la piedra, es otro residuo industrial que presenta características adecuadas para su uso en mezclas de concreto.

La ciudad de Juliaca, en la región de Puno, presenta condiciones particulares que hacen relevante la investigación sobre el uso de estos materiales en la producción de concreto. La creciente demanda de construcción en esta ciudad, impulsada por su expansión urbana y desarrollo económico, requiere soluciones innovadoras que mejoren la calidad y sostenibilidad de las estructuras. Esta investigación busca evaluar cómo la incorporación de escoria negra y polvo de granito afecta la resistencia del concreto en Juliaca. La tesis tiene como objetivo principal es el impacto de estas adiciones, en diversas proporciones, para identificar mezclas que mejoren significativamente el desempeño del concreto. Los resultados ofrecerán no solo conocimientos técnicos valiosos, sino también una base sólida para fomentar prácticas más sostenibles en la industria local.

Esta investigación evaluará el rendimiento mecánico <sup>27</sup> de mezclas de concreto con escoria negra y polvo de granito mediante pruebas de compresión. Los resultados podrían ofrecer una alternativa viable y sostenible para la producción de concreto en Juliaca, alineada con las tendencias globales hacia una construcción más ecológica y eficiente.

Este trabajo consta por cuatro capítulos:

**Capítulo I:** Este capítulo introduce el problema, analizando la situación actual y definiendo el problema a investigar. También establece los objetivos específicos de la investigación y destaca su importancia para el avance de la investigación.

**Capítulo II:** Aquí se recopilan y explican conceptos clave relacionados con la teoría del concreto, basándose en las contribuciones de autores e instituciones reconocidos, para facilitar una comprensión completa del tema de <sup>1</sup> tesis.

**Capítulo III:** En este capítulo se <sup>1</sup> detalla la metodología de la investigación, describiendo el contexto, la finalidad de tesis, la información requerida, los métodos de recolección de datos y el enfoque investigativo adoptado.

**Capítulo IV:** Se desarrolla el tema principal de la investigación, analizando los objetivos propuestos y alineándolos con la metodología descrita. Además, se presentan los resultados obtenidos y se ofrecen recomendaciones para investigaciones posteriores.

# <sup>1</sup> **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Situación problemática.**

La ciudad de Juliaca, en la región de Puno, ha visto un rápido crecimiento urbano, lo que ha incrementado la demanda de materiales de construcción sostenibles y de alta calidad, siendo el concreto el más usado por sus propiedades estructurales y versatilidad. No obstante, la producción convencional de concreto conlleva un uso intensivo de recursos naturales y la producción de desechos, creando importantes retos ambientales.

Un problema clave es la extracción de agregados naturales, que provoca degradación ambiental y agotamiento de recursos. Además, el ámbito de construcción en Juliaca enfrenta desafíos en <sup>43</sup> la gestión de residuos industriales, como la escoria negra y el polvo de granito que, si no se manejan adecuadamente, pueden causar daños ambientales y de salud. Aunque estos subproductos tienen potencial para ser reutilizados en la construcción, son frecuentemente descartados, aumentando la contaminación y el mal uso de recursos.

La falta de investigaciones locales sobre el uso de estos materiales en la fabricación de concreto limita las oportunidades para mejorar la sostenibilidad en la construcción en Juliaca. De ahí surge la necesidad de investigar cómo la incorporación

de escoria negra y polvo de granito en el concreto puede afectar sus cualidades mecánicas, especialmente su resistencia a compresión.

## **1.2 Planteamiento del problema.**

### **1.2.1 Problema General.**

¿Cuál es la incidencia del empleo de escoria negra y polvo de granito en la resistencia a la compresión del concreto convencional fabricado en la ciudad de Juliaca?

### **1.2.2 Problemas Específicos.**

1. ¿Cómo afecta la inclusión de escoria negra y polvo de granito, en distintas proporciones, el asentamiento del concreto fresco con  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca?
2. ¿Cuál es la incidencia del uso de escoria negra y polvo de granito, en proporciones variables, la resistencia a la compresión del concreto convencional producido en Juliaca?
3. ¿Cuál es la resistencia a la compresión alcanzada por el concreto al combinar escoria negra y polvo de granito en sus proporciones óptimas en un concreto convencional fabricado en Juliaca?

## **1.3 Objetivos de la investigación.**

### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la incidencia del empleo de escoria negra y polvo de granito en la resistencia a la compresión del concreto convencional producido en la ciudad de Juliaca.

### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

1. Evaluar cómo la incorporación de escoria negra y polvo de granito en distintas proporciones afecta el asentamiento del concreto fresco con una resistencia de  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca.

2. Determinar la incidencia del uso de escoria negra y polvo de granito en proporciones variables sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional producido en Juliaca.
3. Determinar la resistencia a la compresión alcanzada por el concreto al combinar escoria negra y polvo de granito en sus proporciones óptimas en un concreto convencional fabricado en Juliaca.

## **1.4 Justificación de la investigación.**

### **1.4.1 Justificación Técnica.**

Esta investigación es importante porque puede mejorar las particularidades mecánicas del concreto, promoviendo prácticas sostenibles y reduciendo costos. Además, fomenta la innovación y competitividad en la industria, asegurando el cumplimiento de normativas y aportando al conocimiento técnico. Estos aspectos son fundamentales para entender la relevancia de estudiar cómo la escoria negra y el polvo de granito afectan la resistencia del concreto en Juliaca.

### **1.4.2 Justificación Social.**

El estudio tiene un impacto social significativo al potencialmente mejorar la calidad de vida en Juliaca, promover la sostenibilidad ambiental y contribuir al desarrollo económico local. Además, refuerza la responsabilidad social corporativa y fomenta la educación y conciencia sobre la sostenibilidad, fortaleciendo así la comunidad.

### **1.4.3 Justificación ambiental.**

La investigación es clave para reducir residuos industriales y conservar recursos naturales, contribuyendo a disminuir la huella de carbono y promover una economía circular. Además, minimiza la contaminación ambiental y fomenta prácticas de construcción sostenibles, subrayando la importancia de estudiar el uso de escoria negra

y polvo de granito en el concreto de Juliaca para un desarrollo más respetuoso con el medio ambiente.

#### **1.4.4 Justificación económica.**

La investigación busca reducir costos en materias primas aprovechando residuos industriales, lo que incrementa la competitividad y estimula el desarrollo local. También optimiza recursos, facilita el acceso a incentivos gubernamentales y puede aumentar el valor de las propiedades, resaltando así el impacto positivo de este estudio en la economía de Juliaca y en la industria de la construcción en general.

### **1.5 Hipótesis de la Investigación.**

#### **1.5.1 Hipótesis General.**

El uso de escoria negra y polvo de granito en la producción de concreto convencional en Juliaca incrementara la resistencia del concreto, generando un incremento significativo en esta propiedad.

#### **1.5.2 Hipótesis Específicas.**

1. El empleo de escoria negra y polvo de granito en el concreto de Juliaca resultará en un material con menor trabajabilidad y condiciones desfavorables para su manejo.
2. La incidencia del empleo de escoria negra y polvo de granito en proporciones variables, mejorara su resistencia del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Juliaca.
3. La combinación de escoria negra y polvo de granito en sus proporciones óptimas tendrá un efecto positivo en la resistencia del concreto convencional.

## 1.6 Variables e indicadores.

### 1.6.1 Variable Independiente.

Proporción de escoria negra y polvo de granito en el Concreto convencional.

#### Indicadores:

- Escoria negra al 2%, 4% y 6%.
- Polvo de granito al 1%, 3% y 5%.

### 1.6.2 Variable Dependiente

Resistencia a la compresión

#### Indicadores:

- Esfuerzo de Rotura.

## 1.7 Operacionalización de Variables.

Se ilustra la operacionalización de la variable.

**Tabla 1**

Operacionalización de variables.

Variable Independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Concreto convencional	El concreto estándar en construcción se elabora con cemento Portland, agregados (arena y grava) y agua, siguiendo prácticas y especificaciones industriales.	Proporciones	Polvo de granito Escoria negra	Ficha de datos
Variable Dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Resistencia a la compresión	La resistencia a la compresión mide cuánto peso puede soportar un material antes de romperse bajo presión	Propiedades mecánicas	Esfuerzo a la Ruptura	Equipos de laboratorio

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

#### 2.1 Antecedentes de la investigación.

##### 2.1.1 Antecedentes Internacionales.

(Araque & García, 2010) su estudio “Análisis de la valorización de escorias negras como material agregado para concreto en el marco de la gestión ambiental de la siderúrgica Diaco. Municipio de Tuta Boyacá”. El presente proyecto de investigación tiene como objetivo evaluar la viabilidad técnica, comercial y financiera del aprovechamiento de las escorias negras generadas por la Siderúrgica DIACO S.A., ubicada en el municipio de Tuta, Boyacá, como material agregado en concreto. El estudio se desarrolló en tres fases: análisis técnico, análisis comercial y análisis financiero. En la primera fase, se realizó un análisis técnico de las escorias negras mediante una descripción detallada de las características generales de la empresa y de su gestión ambiental. Esto incluyó visitas a la planta de producción y entrevistas con personal especializado, para obtener información sobre el manejo de las escorias desde su generación en el proceso de fabricación del acero hasta su procesamiento y disposición final, con énfasis en los usos alternativos dentro y fuera de la empresa. Para determinar la viabilidad técnica del uso de las escorias negras como agregado en concreto, se llevaron a cabo pruebas de

laboratorio que permitieron caracterizar sus propiedades físicas y mecánicas. <sup>13</sup> Se diseñaron mezclas de concreto en las que el agregado convencional fue reemplazado en proporciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% por escoria negra, y se evaluaron las propiedades mecánicas a los 7 y 28 días mediante pruebas <sup>2</sup> de resistencia a la compresión, siguiendo los estándares establecidos en la <sup>7</sup> norma NTC 673. Una vez comprobada la viabilidad técnica, se procedió con un análisis comercial y financiero, <sup>7</sup> orientado a evaluar las condiciones necesarias para la comercialización de este co-producto dentro del Departamento de Boyacá. Este análisis incluyó la identificación de clientes potenciales, la competencia existente, el establecimiento de precios de venta y la definición de canales de distribución. <sup>2</sup> Los resultados indicaron que el uso de escorias negras como agregado en concreto es factible y presenta oportunidades comerciales viables para la siderúrgica. Además de generar ingresos adicionales por la venta del co-producto, esta iniciativa ofrece beneficios intangibles, como el cumplimiento de normativas ambientales, la mejora en la imagen corporativa al posicionar a la empresa como ambientalmente responsable y la adopción de innovaciones tecnológicas que contribuyen a la sostenibilidad del sector. Finalmente, se plantea que este enfoque podría mitigar el deterioro ambiental asociado a la explotación de materiales tradicionales de construcción.

(Suárez Hincapie, 2019) <sup>26</sup> en su estudio “Evaluación de escorias siderúrgicas de horno de arco eléctrico en mezclas de concreto estructural”. <sup>54</sup> Las escorias generadas en el proceso de fabricación de acero mediante hornos de arco eléctrico (EHAE) presentan un alto potencial para ser utilizadas como sustitutos parciales tanto <sup>31</sup> del cemento como de los agregados naturales en mezclas de concreto. Esta tesis tiene como objetivo principal evaluar el impacto del uso de <sup>26</sup> escorias provenientes del afino oxidante (escoria negra) y del afino reductor (escoria blanca) en concreto estructural, en cumplimiento con <sup>26</sup> las especificaciones del código colombiano de construcciones sismo resistentes. El estudio se desarrolla en dos vertientes: en primer lugar, se analizan las propiedades de las

escorias como materiales cementantes suplementarios, comparándolas con la ceniza volante, un aditivo cementante ampliamente utilizado en Colombia. Para ello, se caracterizaron las escorias en cuanto a <sup>31</sup> su composición fisicoquímica y mineralógica, y se evaluó su actividad puzolánica en mezclas de mortero. Esta fase del proyecto permite determinar el desempeño de las escorias en términos de durabilidad y resistencia del concreto, cuando son empleadas como sustitutos parciales del cemento. En segundo lugar, se evaluó el comportamiento de las escorias como agregados en mezclas de concreto. Se realizaron ensayos de caracterización física, incluyendo análisis granulométricos y determinación de propiedades fundamentales como la densidad, la absorción y la resistencia al desgaste. El objetivo fue establecer si las escorias pueden ser usadas de manera efectiva como sustitutos de los materiales tradicionales en la creación de concreto estructural, manteniendo los estándares de calidad y seguridad que exige el código colombiano para construcciones sismo resistentes. A lo largo del proyecto, se realizaron estudios comparativos entre diversas proporciones de reemplazo de cemento y agregados con escorias en las mezclas de concreto, evaluando su impacto en las cualidades mecánicas y de durabilidad, <sup>48</sup> tales como la resistencia y la absorción de agua. Los resultados obtenidos proporcionan una base técnica sólida para el <sup>2</sup> uso de las escorias de horno de arco eléctrico en el sector de la construcción en Colombia, con un enfoque en la sostenibilidad, la eficiencia en costos y el cumplimiento de los estándares regulatorios. <sup>3</sup> Con esta investigación, se espera contribuir al desarrollo de nuevas tecnologías constructivas más sostenibles, que permitan <sup>15</sup> reducir el consumo de recursos naturales y minimizar el impacto ambiental asociado con la industria de la construcción, sin comprometer la seguridad estructural en zonas de alta actividad sísmica.

(Sánchez, 2017) en su artículo <sup>35</sup> "Estado del Arte sobre las Escorias Negras de Horno de Arco Eléctrico y su Aplicaciones en Pavimentos". Las escorias negras de horno <sup>19</sup> de arco eléctrico (ENHAE) son subproductos derivados de la fabricación del acero a partir de chatarra, y su producción es significativa en Colombia. <sup>19</sup> De cada tonelada de

acero fabricado, se generan entre 0,1 y 0,3 toneladas de ENHAE. Este volumen considerable de producción hace urgente la necesidad de encontrar aplicaciones sostenibles y técnicas adecuadas para su aprovechamiento, especialmente considerando los impactos ambientales que generan sobre el suelo debido a su disposición inadecuada. Además, la creciente demanda de materiales seleccionados para la construcción de carreteras en el país subraya la importancia de investigar su viabilidad en este sector. Este proyecto de investigación tiene como objetivo realizar un análisis exhaustivo del potencial de las escorias negras colombianas para su uso en la construcción de pavimentos viales. Se ha llevado a cabo una revisión crítica de más de treinta artículos de investigación y trabajos de grado a nivel de pregrado, maestría y doctorado, que abordan el estudio de las ENHAE en diferentes contextos. A través de esta revisión, se presenta un estado del arte actualizado sobre las propiedades físicas y químicas de las escorias, así como su comportamiento en aplicaciones de ingeniería civil, con énfasis en su uso en pavimentos. El proyecto no solo pretende consolidar el conocimiento existente sobre el uso de las ENHAE en la construcción vial, sino también identificar las principales barreras y oportunidades para optimizar su aplicación en el contexto colombiano. La investigación busca proporcionar una base sólida para la implementación de soluciones sostenibles en la infraestructura vial, mitigando al mismo tiempo los impactos ambientales asociados con la disposición de estos residuos industriales. En última instancia, se espera que este estudio contribuya al desarrollo de tecnologías y normativas que faciliten el aprovechamiento eficiente de las ENHAE, transformándolas en un recurso valioso para el sector de la construcción, con beneficios ambientales, económicos y sociales.

(Prokopski, Marchuk, & Huts, 2020) El artículo científico "The effect of using granite dust as a component of concrete mixture". Este proyecto de investigación tiene como fin analizar el impacto de la adición de polvo de granito en las cualidades técnicas del hormigón, específicamente en mezclas compuestas por cemento Portland, polvo de

granito y arena. La investigación parte de la premisa de que el polvo de granito, como material suplementario, puede mejorar de manera significativa las cualidades mecánicas y de durabilidad del hormigón, al tiempo que contribuye a una utilización más eficiente de los recursos naturales. Se realizaron ensayos experimentales para evaluar los atributos en estado fresco y endurecido del hormigón con adición de polvo de granito, en comparación con mezclas de hormigón convencionales. Los resultados muestran que las mezclas con polvo de granito presentan una consistencia más "pegajosa" y un incremento más acelerado en la resistencia mecánica temprana. Además, se observó una mejora en la densidad media del hormigón, atribuida a <sup>39</sup> la sustitución parcial de la arena por polvo de granito, lo que compacta la microestructura de la matriz cementicia. El estudio destaca que el polvo de granito no solo tiene una reacción positiva en la resistencia a corto plazo del hormigón (a los 3, 7 y 28 días), sino también en su resistencia a largo plazo, a los 90 y 180 días. En concreto, al utilizar cemento Portland CEM I 32,5 R, se evidenció un incremento en la resistencia del 24-25% en comparación con las muestras de control sin polvo de granito. Con el uso de CEM I 42,5 R, el aumento de resistencia fue del 17-19%. Estos resultados sugieren que el polvo de granito optimiza el desarrollo de <sup>2</sup> la resistencia, enfocada en las primeras edades de endurecimiento. Además de las mejoras en la resistencia mecánica, la incorporación de polvo de granito <sup>3</sup> en las mezclas de hormigón reduce la absorción de agua en un 32-38% y disminuye la penetración de agua entre un 60-70%, lo que mejora las propiedades de durabilidad del hormigón. Esto indica que el polvo de granito contribuye significativamente a la impermeabilidad del material, lo cual es clave para prolongar su vida útil en aplicaciones expuestas a condiciones adversas. Las secuelas de este estudio experimental sugieren que el polvo de granito es un aditivo viable <sup>17</sup> para mejorar las propiedades técnicas del hormigón, optimizando tanto la resistencia temprana como la durabilidad a largo plazo. Además, su uso podría contribuir a una reducción en el uso de arena natural, promoviendo una construcción más sostenible y alineada con los principios de economía circular. La investigación proporciona una base sólida para futuras aplicaciones del polvo

de granito en ámbito de la construcción, especialmente en contextos donde la durabilidad y la eficiencia de recursos son prioridades.

(RT & V, 2022) <sup>5</sup> En su artículo "Mechanical and microstructural study on interlocking concrete block pavers using waste granite dust". Los residuos industriales, incluyendo el polvo de granito residual, representan un desafío crítico en países en desarrollo, tanto desde una perspectiva ambiental como económica. <sup>2</sup> Como objetivo <sup>2</sup> determinar el porcentaje óptimo de sustitución de arena por polvo de granito residual en la fabricación de adoquines de bloques de hormigón entrelazados (ICBP), con el fin de promover una construcción más sostenible y eficiente. La investigación se enfoca en evaluar el comportamiento mecánico y friccional de los adoquines fabricados con hasta un <sup>5</sup> 30% de polvo de granito en sustitución de la arena, así como en realizar un análisis microestructural que valide los resultados obtenidos. Se llevaron a cabo ensayos mecánicos detallados que incluyen <sup>20</sup> la evaluación de la absorción de agua, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por división y resistencia a la flexión. Además, se aplicaron métodos de ensayo no destructivos, como la prueba de velocidad de impulsos ultrasónicos, para estudiar <sup>2</sup> la integridad estructural del material. Asimismo, se realizaron pruebas de resistencia al deslizamiento y abrasión para evaluar el comportamiento friccional de los adoquines. Los estudios microestructurales se efectuaron utilizando técnicas avanzadas como la <sup>45</sup> fluorescencia de rayos X (XRF), la difracción de polvo de rayos X (XRD), el microscopio electrónico de barrido (SEM) y el análisis de energía dispersiva de rayos X (EDAX). Estas técnicas permitieron caracterizar la estructura interna y la composición química del material, proporcionando una comprensión profunda de los mecanismos responsables del desempeño mejorado del hormigón con polvo de granito. Los resultados experimentales revelan que la sustitución óptima de arena por polvo de granito residual es del 25%. Este porcentaje maximiza las cualidades mecánicas y friccionales del material, mejorando <sup>3</sup> la resistencia a la compresión, la durabilidad y el comportamiento frente al deslizamiento y la abrasión. El análisis estadístico realizado

respalda la significancia de estos hallazgos, asegurando que las mejoras observadas no sean producto del azar, sino de la interacción efectiva del polvo de granito con la matriz de cemento. Desde una perspectiva económica, el estudio demuestra que empleo de polvo de granito residual en la producción de adoquines puede generar un ahorro de costos del 5,5% por metro cúbico de producción de ICBP, haciendo de este material una opción no solo técnica y ambientalmente viable, sino también económicamente atractiva. En conclusión, la investigación confirma que el polvo de granito residual, en una proporción óptima del 25%, ofrece ventajas significativas en términos de resistencia mecánica, durabilidad y sostenibilidad. Este enfoque permite transformar un residuo industrial perjudicial en un recurso valioso para la construcción, contribuyendo a la economía circular y mitigando <sup>37</sup> los impactos ambientales asociados con la disposición de desechos industriales. Este material alternativo se perfila como una solución aceptable y sostenible para la fabricación de adoquines de bloques de hormigón entrelazados, con aplicaciones potenciales en el desarrollo urbano y la infraestructura sostenible.

### 2.1.2 Antecedentes nacionales.

(Huamani Ore & Ortiz Hernandez, 2023) su tesis <sup>29</sup> "Diseño de concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando escoria negra de horno eléctrico sustituyendo el agregado grueso, Ica, 2023". La investigación se centró en analizar cómo esta sustitución <sup>15</sup> afecta las propiedades mecánicas del concreto, como la resistencia a la compresión y la flexión, así como su viabilidad económica. La metodología experimental incluyó la elaboración de un <sup>2</sup> diseño de mezcla estándar con una resistencia de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, el cual fue comparado con mezclas que contenían diferentes proporciones de escoria negra. Para ello, <sup>29</sup> se realizaron ensayos de resistencia compresiva, resistencia a la flexión, pruebas de asentamiento (slump) y análisis granulométrico, con el fin de identificar las diferencias en las cualidades mecánicas de cada mezcla. Se fabricaron 36 cilindros para los ensayos de compresión y 36 vigas para los ensayos de flexión, considerando <sup>17</sup> edades de rotura de 7, 14 y 28 días. Los resultados mostraron que la incorporación de escoria negra, en

diversos porcentajes, mejoró significativamente los atributos mecánicos del concreto en comparación con la mezcla patrón. En particular, se observó un aumento tanto en la resistencia compresiva como en la resistencia a la flexión, lo que sugiere que la escoria negra puede actuar como un sustituto viable del material grueso en concreto estructural. Además, se evidenció una reducción en los costos de producción por m<sup>3</sup> de concreto, lo que subraya la viabilidad económica de esta práctica. En conclusión, el uso de escoria negra de horno eléctrico no solo mejora las cualidades mecánicas del concreto, incrementando su resistencia, sino que también reduce los costos de material, ofreciendo una solución sostenible y eficiente en ámbito construcción. Este enfoque podría contribuir significativamente a la gestión de residuos industriales, al tiempo que optimiza el diseño de concreto en términos de rendimiento y economía.

(Corcuera Sigüenza & Vela Fernandez, 2018) en su tesis "Impacto en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto a partir de la sustitución de la piedra por ecogravilla de escoria de acero, Trujillo-2018". Esta tesis analiza el uso de la Ecogravilla, un residuo industrial generado por la Corporación Aceros Arequipa, como una alternativa sostenible para mitigar el impacto ambiental causado por las escorias de acero. La Ecogravilla se obtiene mediante el enfriamiento al aire libre de las escorias utilizadas en la fabricación de acero de construcción, y en este estudio se propone como un reemplazo parcial del agregado grueso natural (piedra) en concretos estructurales. El estudio se centró en la sustitución de piedra por Ecogravilla en porcentajes del 20%, 35%, 50% y 65%, evaluando su efecto sobre la resistencia, conforme a la norma NTP 339.034:2015, y sobre la permeabilidad, mediante el ensayo de penetración de agua bajo presión, de acuerdo con la norma UNE-EN 12390-8:2011. Los ensayos se realizaron en concretos elaborados con cementos tipo ICo y tipo V, permitiendo determinar el porcentaje óptimo de sustituto de la piedra por Ecogravilla en función de la resistencia mecánica y la impermeabilidad. Además de los ensayos en concreto endurecido, se evaluaron las cualidades físicas de la Ecogravilla en su estado natural, obtenida

directamente de la planta de la corporación en Pisco, comparándolas con los atributos de los áridos naturales (piedra y arena) provenientes de la cantera El Milagro. Esta comparación permitió identificar las características diferenciales de la Ecogravilla y su impacto en la trabajabilidad y densidad de las mezclas frescas de concreto. Los resultados mostraron que la incorporación de Ecogravilla como reemplazo parcial de la piedra en % de hasta el 50% mejora la resistencia a la compresión y la impermeabilidad del concreto. Sin embargo, cuando el porcentaje de sustitución alcanza el 65%, se observa una disminución en estas propiedades, y las mezclas pierden trabajabilidad y densidad, lo que afecta la calidad del concreto. Este análisis técnico sirve como base para la elaboración de concretos con responsabilidad estructural, recomendando la utilización de Ecogravilla en estructuras en contacto con agua, donde la impermeabilidad y durabilidad son cruciales. El uso de Ecogravilla no solo ofrece ventajas ambientales al reducir la necesidad de áridos naturales, sino que también mejora la sostenibilidad a largo plazo de concreto. Finalmente, se realizó un análisis económico comparativo entre concreto convencional y concreto con Ecogravilla, destacando las ventajas que trae esta última opción en términos de costo-beneficio durante la vida útil. Este análisis refuerza la viabilidad económica de la Ecogravilla como un agregado alternativo, lo que la posiciona como una solución técnica y sostenible para la industria de la construcción.

(Villanueva Carlos, 2020) Esta investigación está basada en determinar las "Características físico- mecánicas al reemplazar el agregado fino por 35%, 40% y 45% de escoria negra en el ladrillo de concreto, Chimbote -2020". Este estudio tiene como objetivo evaluar el impacto del uso de escoria negra como sustituto del agregado fino en la fabricación de ladrillos de concreto, determinando el porcentaje más eficiente para cumplir con una resistencia a la compresión de  $f_c = 95 \text{ kg/cm}^2$ , de acuerdo con el método del ACI. La investigación aborda la problemática ambiental relacionada con la extracción de agregados naturales en canteras, la cual altera las cualidades originales de los materiales y genera contaminación. Esta situación resalta la necesidad de explorar

alternativas sostenibles como la escoria negra, un subproducto de la industria siderúrgica. Los ladrillos de concretos fabricados en la Ladrillera Vargas fueron objeto de análisis detallado en el laboratorio "Kae Ingeniería", donde se realizaron ensayos para evaluar los atributos físicas y mecánicas, como la resistencia a compresiva, la variabilidad dimensional, la absorción y el alabeo. Se fabricaron ladrillos experimentales con sustituciones de escoria negra en proporciones del 35%, 40% y 45%, comparándolos con ladrillos patrón elaborados con agregados naturales. El diseño de la investigación es de tipo cuasi-experimental, en el cual se produjo una muestra total de 240 ladrillos, según la NTP Itintec N° 331.019. La variable dependiente fue la evaluación de las cualidades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, mientras que la variable independiente correspondió a los diferentes porcentajes de escoria negra utilizada como sustituto del agregado fino. Los resultados experimentales mostraron que los ladrillos fabricados con escoria negra mejoraron significativamente en términos de resistencia y durabilidad en comparación con los ladrillos patrón. Además, cumplieron con las especificaciones establecidas en las normas E 070, 331.017, 331.018 y 331.019, demostrando que la escoria negra es un material viable para la producción de ladrillos de concreto. Estos resultados confirman que la escoria negra no solo es una opción técnica y económicamente viable, sino que también contribuye a la sostenibilidad al aprovechar minerales inertes que, de otro modo, serían desechados. La investigación concluye que la incorporación de escoria negra en proporciones óptimas mejora los atributos mecánicos y la durabilidad de los ladrillos de concreto, lo que la convierte en una alternativa prometedora para la construcción sostenible. Esta solución permite reducir el impacto ambiental asociado con la explotación de agregados naturales y promueve el aprovechamiento de residuos industriales.

(Díaz Alayo & Rodríguez Reyna, 2019) su trabajo de tesis "Mejoramiento de la resistencia de un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el 10% de arena gruesa por polvo de roca granito de la cantera de Talambo en la ciudad de Chepén – La Libertad",

<sup>2</sup> Este estudio tiene como finalidad evaluar el comportamiento del concreto elaborado con polvo de granito, un material considerado desperdicio en la industria, pero que posee potencial para ser utilizado como un nuevo material en la construcción. La investigación se enfoca en analizar los atributos mecánicos del concreto en distintas edades de curado (7, 14 y 28 días), siguiendo las (NTP) y evaluando la viabilidad técnica del polvo de granito como sustituto parcial de los agregados tradicionales. La metodología incluye ensayos de laboratorio en los que se analizan las cualidades físicas y mecánicas <sup>2</sup> de los agregados y del concreto con adición de polvo de granito. Los resultados de los ensayos de compresiva y otros análisis mecánicos son procesados y representados en tablas y gráficos, permitiendo una interpretación clara de las tendencias de comportamiento del concreto en las diferentes etapas de curado. El estudio demuestra que el polvo de granito, a menudo desechado como residuo, tiene el superación de mejorar las propiedades del concreto, aportando beneficios adicionales en términos de resistencia a compresiva. La incorporación de este material podría representar una innovación en la construcción, promoviendo la sostenibilidad al reducir la cantidad de residuos industriales y al mismo tiempo proporcionando un recurso adicional para la industria del concreto. Los resultados de esta investigación <sup>8</sup> proporcionan una base sólida para la implementación del polvo de granito en la construcción, validando su viabilidad técnica y su cumplimiento con las normativas vigentes en Perú.

<sup>5</sup> (Atoche Zamora, 2022) su tesis "Incorporación de residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de arena en el concreto". El polvo de granito, subproducto de las industrias de piedra ornamental, puede generar impactos ambientales significativos si no se maneja adecuadamente. En muchos <sup>1</sup> países con grandes industrias de granito, se han desarrollado iniciativas para reutilizar este residuo de manera sostenible. Esta investigación <sup>2</sup> tiene como objetivo analizar el efecto del polvo de granito cuando se utiliza como sustituto <sup>5</sup> parcial de la arena en mezclas de concreto, con el fin de <sup>50</sup> mejorar sus propiedades físico-mecánicas y reducir el impacto ambiental. La investigación se enfocó

en diseñar mezclas de concreto con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, reemplazando la arena en porcentajes del 10%, 15%, 20% y 30% con polvo de granito. Se realizaron pruebas geotécnicas para caracterizar los agregados finos, gruesos y el polvo de granito, y se fabricaron vigas y cilindros de concreto para hacer pruebas de resistencia a la compresión y a la flexión a los 7, 14 y 28 días de fraguado. Estos ensayos permitieron comparar los resultados entre el concreto estandar y las mezclas con polvo de granito. Los resultados demostraron que la incorporación de polvo de granito en una proporción del 20% optimiza las propiedades del concreto. Específicamente, se observó una mejora del 13% en la resistencia compresiva, mientras que las propiedades de flexión y trabajabilidad se mantuvieron en niveles óptimos, cumpliendo con los parámetros establecidos por las normas. Estos hallazgos sugieren que el polvo de granito no solo es viable como material alternativo en ambito de la construcción, sino que también contribuye a la reducción de residuos industriales, promueve el reciclaje y mejora la calidad ambiental. En conclusión, el uso de polvo de granito como sustituto parcial de la arena en el concreto ofrece una solución sostenible que mejora las propiedades del material sin comprometer su trabajabilidad.

(Neciosup Tapia, 2018) en su trabajo de tesis "Resistencia mecánica de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sustituido en 7% y 10% del peso del cemento por polvo de roca de granito". Este estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la sustitución parcial del cemento por polvo de roca de granito en la resistencia compresiva del concreto. La investigación emplea una metodología de diseño experimental y de tipo aplicada, con un enfoque en determinar el impacto de esta sustitución en las cualidades mecánicas del concreto a lo largo del tiempo. La población del estudio estuvo conformada por probetas de concreto, y la muestra consistió en 27 probetas divididas en tres grupos: 9 probetas de control (sin sustitución), 9 probetas con un 7% de sustitución de cemento por polvo de granito, y 9 probetas con un 10% de sustitución. Los ensayos de resistencia a la compresiva se realizaron en 7, 14 y 28 días de fraguado. Los logros obtenidos mostraron

que, en 7 días, las resistencias a la compresión fueron de 148.95 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra patrón, 131.93 kg/cm<sup>2</sup> para la mezcla con 7% de polvo de granito y 127.36 kg/cm<sup>2</sup> para la mezcla con 10% de sustitución. en 14 días, las resistencias fueron de 183.70 kg/cm<sup>2</sup>, 154.39 kg/cm<sup>2</sup> y 142.66 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente, en 28 días, las fuerzas compresivas alcanzaron 211.36 kg/cm<sup>2</sup>, 186.36 kg/cm<sup>2</sup> y 172.00 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se concluye que, aunque el polvo de roca de granito puede ser utilizado como sustituto parcial del cemento, las muestras experimentales no superaron la resistencia del concreto patrón. Esto se atribuye a la composición química del granito, que posee una menor cantidad de calcio y una mayor presencia de óxido de magnesio, lo cual afecta negativamente la hidratación del cemento y, en consecuencia, la ganancia de resistencia a la compresión. A pesar de que los resultados experimentales no lograron superar al concreto tradicional, este estudio proporciona información valiosa sobre las limitaciones del uso del polvo de granito como sustituto del cemento. Los hallazgos sugieren que se deben realizar más investigaciones para optimizar la proporción y las condiciones de uso de este material, con el fin de explorar su viabilidad en aplicaciones de construcción sostenible.

### **2.1.3 Antecedentes regionales.**

(Apaza Quispe, 2022) en su trabajo de tesis "Análisis técnico económico de la sienita como sustituto del agregado grueso para el concreto f'c=280kg/cm<sup>2</sup> Carabaya - Puno, 2022". La presente investigación aborda la problemática de la producción de concreto en el tramo IV de la Carretera Interoceánica, entre Ollachea y San Gabán, donde los agregados disponibles en la cuenca del río San Gabán presentan propiedades físicas y esquistosas desfavorables. Además, el costo elevado del transporte de piedra chancada desde la ciudad de Macusani, que representa el 55% del costo unitario de producción de concreto, incrementa significativamente los costos de construcción, con un promedio de S/ 78.67/m<sup>3</sup>. Ante esta situación, la investigación propone la explotación de roca sienita como sustituto del agregado grueso proveniente de la cantera Q'uenchi de

Macusani, debido a sus buenas cualidades físicas y mecánicas, como su alta abrasividad e impacto positivo en el concreto. Se realizaron ensayos para evaluar las cualidades del hormigón en estado fresco y endurecido, al sustituir el 100% del agregado grueso por sienita. Los ensayos mostraron que las cualidades físicas del hormigón con sienita presentaron valores óptimos, tales como una consistencia de 9,58 cm, un sangrado del 2,37%, un peso unitario de 2208,21 kg/m<sup>3</sup>, una temperatura de 14,75°C y un contenido de aire del 2,01%. Estas propiedades mostraron variaciones mínimas con respecto al diseño patrón, manteniéndose dentro de los parámetros estándar. En cuanto a las propiedades mecánicas, los ensayos a 28 días indicaron que el hormigón con sienita alcanzó fuerza compresiva, tracción y flexión de 318.88 kg/cm<sup>2</sup>, 32.81 kg/cm<sup>2</sup> y 42.67 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estas resistencias representaron variaciones de 25.24%, 3.74% y 4.62% en comparación con el diseño patrón, lo que evidencia la influencia positiva de la textura angular y rugosa de la sienita, junto con su estructura cristalina de tamaño medio a grande (fenocristales). Desde punto de vista económica, la investigación reveló que el costo unitario del agregado grueso de sienita fue de S/ 62.92, en comparación con los S/ 78.67 de la cantera de Macusani, lo que representa una diferencia de S/ 15.75 a favor de la sienita. Además, el costo del hormigón fabricado con sienita fue de S/ 444.71/m<sup>3</sup>, mientras que el hormigón estándar costó S/ 457.23/m<sup>3</sup>, lo que implica un ahorro de S/ 12.52/m<sup>3</sup>. La sustitución del agregado grueso por sienita en el hormigón mejora sus atributos y reduce costos, convirtiéndola en una opción viable para construcciones en zonas de difícil acceso, como el tramo IV de la Carretera Interoceánica.

(Chili Vilca & Pineda Quispe, 2023) en su tesis "Influencia de la adición de escoria negra sobre porcentajes del agregado grueso en las propiedades del concreto de  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimentos rígidos de la ciudad de Puno, 2020". La región de Puno enfrenta la necesidad de investigar el impacto de adicionar de escoria negra (E°N°) sobre el agregado grueso en el concreto convencional (CC) utilizado en pavimentos. La finalidad de esta tesis fue analizar el efecto de la incorporación de E°N° en las cualidades

del concreto, tales como la resistencia compresiva, flexión, trabajabilidad, densidad y grosor de la losa, y similitud de variación del costo unitario (CU) por metro cuadrado entre el CC y el concreto adicionado con E°N°. Se postula que adicionar de E°N° al concreto, con una resistencia de diseño de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , influye positivamente en sus cualidades mecánicas y físicas, mejorando significativamente el rendimiento en comparación con el CC sin aditivos. En este estudio se utilizaron E°N°, cemento IP y agregados de la cantera de Cutimbo. El diseño de las mezclas se realizó siguiendo el método del ACI 211, mientras que el espesor del pavimento se calculó conforme al diseño estructural propuesto por AASHTO 1993. El enfoque de la investigación es cuantitativo y de nivel correlacional, y el muestreo utilizado fue no probabilístico. Se emplearon técnicas de estadística analítica, y las pruebas de hipótesis se realizaron utilizando la distribución normal y la prueba t de Student. Las variables de estudio incluyeron la adición de E°N° y las propiedades del concreto. Los resultados indican que la adición de E°N° tiene un efecto inverso sobre la trabajabilidad, el espesor de la losa y el costo unitario (CU), con reducciones que oscilaron entre el 16.67% y el 75.00%, 4.34% y 20.82%, y 1.34% y 7.61%, respectivamente. Sin embargo, la adición de E°N° mostró una influencia directa y positiva en la resistencia a la compresiva, resistencia a la flexión y densidad del concreto, con incrementos entre el 2.05% y el 13.91% en resistencia a compresión, 7.43% y 43.88% en resistencia a la flexión, y 0.59% y 2.07% en densidad en comparación con el CC. En conclusión, la adición de E°N° en la concreta mejora sus propiedades mecánicas y físicas, lo que hace que sea una opción atractiva para su uso en pavimentos. Aunque reduce la trabajabilidad y aumenta el espesor de la losa, estos efectos son compensados por mejoras en la resistencia y una disminución en el costo unitario del concreto adicionado, lo que lo convierte en una alternativa viable y rentable para la infraestructura vial en la región de Puno.

(Quille Mamani & Vilca Noa, 2022) en su tesis "Influencia de las virutas de aluminio en las propiedades físico – mecánicas en el concreto  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  Juliaca,

Puno 2022". Esta investigación tuvo como finalidad analizar el impacto del empleo de <sup>1</sup>virutas de aluminio (VA) en las propiedades físico-mecánicas del concreto con una resistencia de diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> (F'c). Se realizaron <sup>2</sup>ensayos para evaluar las cualidades físicas, como asentamiento, temperatura, contenido de aire, peso unitario y porcentaje de vacíos, junto con las propiedades mecánicas, como <sup>28</sup>la resistencia a la compresión y a la flexión. La investigación se enmarcó en un diseño experimental, de tipo aplicada y con un enfoque cuantitativo. Se incorporaron <sup>2</sup>virutas de aluminio en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5% en las mezclas de concreto. Los logros indicaron que, aunque la adición de 1.5% de VA mejoró algunos atributos mecánicos, no logró superar los valores del concreto patrón. <sup>13</sup>A los 28 días, el concreto patrón obtuvo una resistencia compresiva de 298.09 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la mezcla con 1.5% de VA alcanzó solo <sup>2</sup>82.05 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto la resistencia a flexión, el concreto estándar registró 42.52 kg/cm<sup>2</sup> y la mezcla con 1.5% de VA obtuvo 37.24 kg/cm<sup>2</sup>. El asentamiento disminuyó de 8.26 cm en el concreto patrón a 2.82 cm en la mezcla con 1.5% de VA. Las virutas de aluminio actuaron como un agente incorporador de aire, incrementando el contenido de aire hasta un 4.9%. Esto también provocó una reducción en el peso unitario del concreto, que pasó de 2249 kg/m<sup>3</sup> en el concreto patrón a 2188 kg/m<sup>3</sup> con la adición del 1.5% de VA. En conclusión, la adición <sup>2</sup>de virutas de aluminio en el concreto con F'c = 280 kg/cm<sup>2</sup> no es recomendable para aplicaciones estructurales debido a la significativa disminución en la resistencia compresiva y la flexión. Sin embargo, este tipo de concreto podría ser empleado en aplicaciones no estructurales, donde las bajas resistencias no sean críticas. Esta investigación aporta información importante sobre las consecuencias adversas del empleo de aluminio en el concreto y sugiere áreas para futuras investigaciones sobre su posible uso en otras aplicaciones no estructurales.

34

## 2.2 Bases teóricas.

### 2.2.1 Concreto

#### 2.2.1.1 Definición de Concreto

El concreto es un material compuesto que se obtiene al mezclar cemento, agregados (grava, arena), agua y, en ocasiones, aditivos. Esta mezcla, cuando se endurece, forma un material similar a la piedra que es utilizado ampliamente en la construcción debido a su resistencia y durabilidad (Mehta & Monteiro, 2014).

39

#### 2.2.1.2 Historia del Concreto

El uso del concreto, data de la antigua Roma, donde se utilizaba una mezcla de cal y puzolana para construir estructuras como el Panteón y los acueductos. Con la invención del cemento portland en el siglo XIX, el concreto moderno se desarrolló y se convirtió en un material de construcción clave en la industria (Neville, 2011).

1

#### 2.2.1.3 Propiedades del Concreto

Las propiedades del concreto son cruciales para su desempeño en aplicaciones estructurales y están determinadas por sus componentes y el proceso de mezcla y curado.

- **Resistencia a Compresión:** Propiedades más importantes y se mide en megapascales (MPa). Esta propiedad depende de la calidad del cemento, la dosificación de agua y cemento, y la calidad de los agregados (Neville, 2011).
- **Durabilidad:** La durabilidad se refiere a la capacidad del concreto para resistir el deterioro causado por factores ambientales, químicos y físicos. La durabilidad puede ser mejorada mediante el uso de materiales de alta calidad y aditivos que mejoran la resistencia a agentes agresivos (Mehta & Monteiro, 2014).
- **Trabajabilidad:** La trabajabilidad es la facilidad con la que una mezcla de concreto puede ser mezclada, transportada, colocada y acabada. Se ve afectada por la relación agua-cemento y la granulometría de los agregados (Kosmatka, Kerkhoff & Panarese, 2013).

- **Resistencia a Tensión:** El concreto posee una resistencia a la tensión relativamente baja en contraste con su resistencia a la compresión. Por esta razón, generalmente se refuerza con acero para mejorar su capacidad de soportar fuerzas de tracción (Mindess, Young & Darwin, 2014).
- **Permeabilidad:** La permeabilidad es una medida de la idoneidad del concreto para permitir el paso de agua y otros fluidos. Una baja permeabilidad es deseable para mejorar la durabilidad del concreto, especialmente en entornos agresivos (Mehta & Monteiro, 2015).

#### 2.2.1.4 Composición del Concreto

La composición del concreto es fundamental para determinar sus propiedades mecánicas y durabilidad. Las materias son:

- **Cemento:** El cemento portland es el aglutinante más común en el concreto. Su calidad y tipo afectan significativamente las propiedades del concreto final (Kerkhoff & Panarese, 2021).
- **Agua:** El agua es esencial para la hidratación del cemento, un proceso químico que permite que el concreto fragüe y obtenga resistencia. La cantidad y calidad del agua afectan la relación A/C, lo cual impacta directamente en la resistencia y durabilidad del concreto (Neville, 2021).
- **Agregados:** Los agregados constituyen la mayor parte del volumen del concreto y pueden ser finos (arena) o gruesos (grava). La granulometría y calidad de los agregados afectan la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto (Mehta & Monteiro, 2014).
- **Aditivos:** Los aditivos son sustancias incorporadas a la mezcla de concreto para alterar sus propiedades. Pueden mejorar la trabajabilidad, acelerar o retardar el fraguado, y aumentar la durabilidad y resistencia del concreto. (Mindess, Young & Darwin, 2015).

### 2.2.1.5 Innovaciones en el Concreto

Las innovaciones en el campo del concreto han permitido mejorar sus propiedades y sostenibilidad, adaptándolo a las necesidades contemporáneas de la construcción.

- **Concreto de Alto Rendimiento (HPC):** El HPC se caracteriza por tener una alta resistencia y durabilidad, lograda mediante una cuidadosa selección y proporción de sus componentes, así como el uso de aditivos avanzados (Neville, 2011).
- **Concreto Autocompactante (SCC):** El SCC es un tipo de concreto que se compacta por sí solo bajo su propio peso, eliminando la necesidad de vibrado. Este tipo de concreto, mejora la calidad y velocidad de construcción, especialmente en estructuras con refuerzos densos (Mehta & Monteiro, 2014).
- **Concreto Sostenible:** Uso de materias reciclados, como agregados reciclados y subproductos industriales (cenizas volantes, escorias), ha permitido desarrollar concretos más sostenibles, reduciendo el impacto ambiental y promoviendo la economía circular (Pacheco-Torgal et al., 2013).

### 2.2.1.6 Impacto de los Materiales Reciclados en el Concreto

La adición de materiales reciclados a la mezcla de concreto puede mejorar algunas peculiaridades mecánicas y fomentar la sostenibilidad. Por ejemplo, los aridos reciclados pueden disminuir la demanda de recursos naturales y reducir los residuos de construcción (Pacheco-Torgal et al., 2013).

## 2.2.2 Agregados

### 2.2.2.1 Definición de Agregados

Los agregados son materiales granulares inertes, tales como arena, grava o piedra triturada, que se mezclan con un aglutinante (cemento) para formar concreto. Representan aproximadamente el 60-75% del volumen total del concreto y juegan un

papel crucial en la estipulación de las peculiaridades físicas y mecánicas (Kosmatka, Kerkhoff, & Panarese, 2022).

### <sup>3</sup> 2.2.2.2 Clasificación de los Agregados

#### 1. Según el Tamaño:

- **Agregados Finos:** Comprenden partículas que pasan por el tamiz de <sup>15</sup> 4.75 mm (arena). Estos agregados llenan los espacios entre los agregados gruesos y proporcionan una superficie de unión adecuada para el cemento.
- **Agregados Gruesos:** Son partículas que quedan retenidas en el tamiz de <sup>68</sup> 4.75 mm (grava o piedra triturada). Aportan <sup>1</sup> resistencia y estabilidad a la mezcla de concreto (Mehta & Monteiro, 2014).

#### 2. Según el Origen:

- **Naturales:** Extraídos directamente de yacimientos <sup>1</sup> naturales como ríos, lagos o canteras. Ejemplos incluyen arena natural y grava.
- **Artificiales:** Producidos mediante procesos industriales, como la trituración de rocas o la recolección de subproductos industriales. Ejemplos incluyen agregados reciclados y escoria de alto horno (Neville, 2011).

#### 3. Según la Naturaleza:

- **Densos:** Utilizados para <sup>3</sup> concreto de alta resistencia, incluyen materiales como el granito y la piedra caliza.
- **Livianos:** Utilizados para concreto ligero, incluyen materiales como la piedra pómez y la vermiculita (Mindess, Young, & Darwin, 2013).

### <sup>21</sup> 2.2.2.3 Propiedades de los Agregados

Las propiedades de los agregados son fundamentales para la calidad del concreto y su comportamiento a largo plazo. Entre las principales propiedades se encuentran:

#### 1. Granulometría:

- <sup>2</sup> Distribución de tamaños de las partículas del agregado. Una granulometría bien graduada asegura una mezcla de concreto más densa y con menos vacíos, lo que mejora su resistencia y durabilidad (Kosmatka, Kerkhoff, & Panarese, 2002).

## <sup>25</sup> 2. Forma y Textura de Partículas:

- La form y textur de las partículas de los agregados afectan la consistencia y la adhesión entre el cemento y los agregados. Las partículas angulares y rugosas proporcionan mejor adherencia, pero pueden reducir la trabajabilidad de la mezcla (Mehta & Monteiro, 2014).

## 3. Absorción y Humedad:

- Los agregados para absorber agua influyen la relación A/C de la mezcla de concreto. La materia con mayor absorción pueden reducir la cantidad de H<sub>2</sub>O disponible para la <sup>75</sup> hidratación del cemento, afectando la resistencia y durabilidad del concreto (Neville, 2011).

## 4. Peso Específico:

- La densidad de los agregados afecta la densidad del concreto. Los áridos con alta densidad son preferidos para aplicaciones de alta resistencia, mientras que los agregados livianos se utilizan para concreto ligero (Mindess, Young, & Darwin, 2013).

## 5. Durabilidad:

- Los agregados deben ser duraderos para resistir la desintegración bajo condiciones ambientales adversas. La durabilidad <sup>3</sup> se evalúa mediante pruebas de resistencia a la congelación-descongelación, abrasión y ataque químico (Mehta & Monteiro, 2014).

### 2.2.2.4 Innovaciones en el Uso de Agregados

Las innovaciones en el uso de agregados han permitido mejorar la sostenibilidad y las propiedades del concreto.

#### 1. Agregados Reciclados:

- Son provenientes de residuos de demolición y construcción <sup>22</sup> contribuye a la sostenibilidad al reducir la demanda de recursos naturales y disminuir los residuos.

Estos agregados pueden afectar <sup>3</sup> las cualidades del concreto, como la resistencia y trabajabilidad, dependiendo de su calidad y procesamiento (Pacheco-Torgal et al., 2013).

## **2. Agregados Artificiales:**

- Los agregados artificiales, como los producidos a partir de cenizas volantes y escorias, ofrecen ventajas en términos de consistencia de propiedades y contribuyen a la reutilización de subproductos industriales. Estos agregados pueden mejorar la durabilidad y resistencia del concreto (Neville, 2011).

## **3. Agregados Funcionales:**

- Los agregados reactivos que se utilizan en concreto auto-curativo, están diseñados para mejorar las cualidades específicas del concreto, como la capacidad de auto-reparación y la resistencia al fuego (Mehta & Monteiro, 2014).

### **2.2.2.5 Impacto Ambiental de los Agregados**

La extracción y producción de agregados tienen un impacto ambiental significativo, incluyendo la degradación del hábitat, <sup>3</sup> la contaminación del aire y agua, y la generación de residuos. La adopción de prácticas sostenibles, como la reutilización de agregados reciclados y la mejora de los procesos de extracción, puede mitigar estos impactos y promover un desarrollo más sostenible (Pacheco-Torgal et al., 2013).

### **2.2.3 Escoria negra**

#### **2.2.3.1 Definición de Escoria Negra**

La escoria negra <sup>2</sup> es un subproducto industrial que se genera durante el proceso de producción de hierro y acero en los altos hornos. Se compone principalmente de óxidos de hierro, silicatos y aluminatos, y se obtiene al separar las impurezas del hierro fundido mediante un proceso de enfriamiento y solidificación (Provis & van Deventer, 2014).

### 2.2.3.2 Propiedades de la Escoria Negra

La escoria negra hace que sea un material versátil para diversas aplicaciones en la construcción. A continuación, se detallan algunas de las propiedades más relevantes:

#### 1. Composición Química:

- La escoria negra está compuesta principalmente por (CaO), (SiO<sub>2</sub>), (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y (FeO). Esta composición química le confiere características cementantes, lo que la hace adecuada para su uso como material cementante suplementario (Shi, Jiménez, & Palomo, 2011).

#### 2. Propiedades Físicas:

- <sup>1</sup> **Densidad:** La densidad de la escoria negra puede variar dependiendo de su composición específica y del proceso de enfriamiento. Generalmente, tiene una densidad menor que la del cemento portland, lo que puede resultar en concretos de menor densidad (Provis & van Deventer, 2014).
- **Granulometría:** La escoria negra puede ser molida a diferentes grados de finura, lo que afecta su reactividad y su capacidad para participar en las reacciones de hidratación del cemento (Shi, Jiménez, & Palomo, 2011).

#### 3. Propiedades Mecánicas:

- La escoria negra puede mejorar las cualidades mecánicas <sup>17</sup> del concreto, como la <sup>2</sup> resistencia y la durabilidad. Esto se debe a su capacidad para reaccionar con el (Ca(OH)<sub>2</sub>) liberado durante la hidratación del cemento, formando compuestos adicionales de (C-S-H) que contribuyen a la resistencia (Mehta & Monteiro, 2014).

#### 4. Propiedades Hidráulicas:

- La escoria negra posee propiedades hidráulicas latentes, lo que significa que puede reaccionar con el agua y los activadores alcalinos para formar productos cementantes. Esta propiedad es especialmente útil en la producción de cementos compuestos y concretos geopoliméricos (Shi, Jiménez, & Palomo, 2011).

### 2.2.3.3 Usos de la Escoria Negra en la Construcción

La escoria negra se utiliza en diversas aplicaciones en ambito de la construcción debido a sus atributos beneficiosas. Algunos de los usos más comunes incluyen:

#### 1. Sustitución Parcial del Cemento:

- La escoria negra puede sustituir parcialmente al cemento Portland en la producción de concreto, mejorando sus cualidades y reduciendo <sup>41</sup> el consumo de cemento y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a su fabricación (Mehta & Monteiro, 2014).

#### 2. Producción de Concreto Geopolimérico:

- Los concretos geopoliméricos son materiales de construcción avanzados que utilizan la escoria negra como precursor. Estos concretos ofrecen ventajas como alta resistencia, durabilidad y menor huella de carbono en comparación con el concreto tradicional (Provis & van Deventer, 2014).

#### 3. Mejoramiento de Suelos:

- La escoria negra se puede emplear en el mejoramiento de suelos para la construcción de carreteras y otras infraestructuras. Su capacidad para estabilizar y solidificar suelos problemáticos la convierte en una alternativa eficaz y económica (Shi, Jiménez, & Palomo, 2011).

#### 4. Producción de Agregados Artificiales:

- La escoria negra se puede procesar para producir agregados artificiales que se utilizan en la creación de pavimentos y estructuras de concreto. Estos agregados ofrecen propiedades similares a las de los agregados naturales, pero con beneficios adicionales en términos de sostenibilidad (Mehta & Monteiro, 2014).

### 2.2.3.4 Ventajas del Uso de la Escoria Negra

El uso de escoria negra en la construcción ofrece diversas ventajas técnicas y ambientales. Entre las principales se incluyen:

#### 1. Mejora de las cualidades del Concreto:

- Puede mejorar la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del concreto. Además, su capacidad para reducir la permeabilidad del concreto ayuda a proteger las estructuras de la penetración de agentes agresivos (Shi, Jiménez, & Palomo, 2011).

## **2. Reducción de la Huella de Carbono:**

- Al usar escoria negra <sup>28</sup> como sustituto parcial del cemento Portland, se reduce la necesidad de clinker, lo que disminuye <sup>9</sup> las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la producción de cemento, contribuyendo así a la sostenibilidad y a la mitigación del cambio climático (Provis & van Deventer, 2014).

## **3. Aprovechamiento de Residuos Industriales:**

- El uso de escoria negra ayuda a valorizar un subproducto industrial que de otro modo sería considerado un residuo. Esto no solo reduce la necesidad de disponer de estos residuos en vertederos, sino que también contribuye a una economía circular (Mehta & Monteiro, 2014).

### **2.2.3.5 Desafíos y Consideraciones**

A pesar de sus beneficios, el uso de escoria negra en la construcción también presenta ciertos desafíos que deben ser considerados:

#### **1. Variabilidad en la Composición:**

- La composición de la escoria negra puede variar dependiendo del proceso de producción y las materias primas utilizadas en el alto horno. Esta variabilidad puede afectar las propiedades finales del concreto y requiere un control de calidad riguroso (Shi, Jiménez, & Palomo, 2011).

#### **2. Reactividad con el Cemento:**

- La reactividad de la escoria negra con el cemento depende de su finura y de la presencia de activadores químicos. Es necesario optimizar las proporciones de mezcla y los procesos de activación para asegurar un desempeño adecuado (Provis & van Deventer, 2014).

#### **3. Disponibilidad y Costo:**

- La disponibilidad de escoria negra puede estar limitada a regiones con una industria siderúrgica desarrollada. Además, los costos asociados con el procesamiento y transporte de la escoria pueden influir en su viabilidad económica (Mehta & Monteiro, 2014).

2

## 2.2.4 Polvo de granito

3

### 2.2.4.1 Definición de Polvo de Granito

Es un subproducto generado durante el proceso de corte y pulido del granito en la industria de la piedra. Este material fino se compone principalmente de partículas de minerales como el cuarzo, feldespato y mica, que son los componentes principales del granito. Debido a su alta disponibilidad y propiedades físicas, el polvo de granito se ha convertido en un material de interés para su reutilización en diversas aplicaciones, incluyendo la construcción (Singh et al., 2016).

### 2.2.4.2 Propiedades del Polvo de Granito

Las propiedades del polvo de granito influyen significativamente en su potencial de aplicación en el ámbito de la construcción. Estas propiedades incluyen:

#### 1. Composición Química:

- El polvo de granito contiene principalmente óxidos de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), junto con trazas de otros minerales. Esta composición le otorga propiedades similares a las de los agregados naturales utilizados en el concreto (Singh et al., 2016).

#### 2. Propiedades Físicas:

- **Granulometría:** La finura del polvo de granito varía dependiendo del proceso de producción, pero generalmente tiene una granulometría similar a la de la arena fina. Esta característica permite su uso como sustituto parcial de los agregados finos en el concreto (Shyam & Janani, 2017).

- **Densidad:** La densidad del polvo de granito es comparable a la de otros agregados finos, lo que facilita su integración en mezclas de concreto sin afectar significativamente el peso del material final (Singh et al., 2016).

### 3. Propiedades Mecánicas:

- El polvo de granito puede mejorar ciertas cualidades <sup>2</sup> mecánicas del concreto, como la resistencia a compresiva y la durabilidad. La presencia de partículas finas y angulares contribuye a una mejor compactación y adherencia en la matriz de concreto (Shyam & Janani, 2017).

### 4. Absorción de Agua:

- <sup>30</sup> La capacidad de absorción de agua del polvo de granito es relativamente baja, lo que puede influir en la trabajabilidad y la relación A/C de las mezclas de concreto. Esta propiedad debe ser considerada durante el diseño de las mezclas (Singh et al., 2016).

#### 2.2.4.3 Usos del Polvo de Granito en la Construcción

##### 1. Sustitución de Agregados Finos:

- El polvo de granito puede sustituir parcialmente a la arena en la fabricación de concreto, mejorando sus cualidades y reduciendo tanto la demanda de recursos naturales como los residuos de la industria de la piedra (Shyam & Janani, 2017).

##### 2. Producción de Morteros y Concretos Especiales:

- El polvo de granito se incorpora en la realización de morteros y concretos de alta resistencia, mejorando su compactación y resistencia mecánica. También se utiliza en la fabricación de bloques y pavimentos, proporcionando una solución sostenible y económica (Singh et al., 2016).

##### 3. Estabilización de Suelos:

- En proyectos de infraestructura, el polvo de granito se utiliza para estabilizar suelos y mejorar sus propiedades mecánicas. Esto es particularmente útil en la construcción de carreteras y plataformas, donde se requiere una base sólida y duradera (Shyam & Janani, 2017).

#### 4. Producción de Hormigón Autocompactante (SCC):

- El polvo de granito se utiliza <sup>17</sup> en la producción de hormigón autocompactante, un tipo de concreto que se compacta por sí solo bajo su propio peso. Esta aplicación beneficia la trabajabilidad y la resistencia del hormigón, haciendo que sea adecuado para estructuras complejas y densamente reforzadas (Singh et al., 2016).

##### 2.2.4.4 Ventajas del Uso del Polvo de Granito

El uso del polvo de granito en la construcción ofrece múltiples ventajas, tanto técnicas como ambientales. Algunas de las principales ventajas incluyen:

#### 1. Mejora de las cualidades del Concreto:

- Puede mejorar la resistencia compresiva, durabilidad y trabajabilidad del concreto. La presencia de partículas finas y angulares contribuye a una mejor compactación y adherencia en la matriz de concreto (Shyam & Janani, 2017).

#### 2. Reducción de la Huella Ambiental:

- Al utilizar polvo de granito como sustituto parcial de los agregados finos, se reduce la extracción de arena natural y se minimiza el impacto ambiental asociado. Además, se valoriza un subproducto industrial que de otro modo sería considerado un residuo (Singh et al., 2016).

#### 3. Economía Circular:

- El uso del polvo de granito promueve la economía circular al reutilizar residuos industriales y reducir la generación de desechos. Esto promueve la sostenibilidad y optimiza el uso de recursos en ámbito de construcción (Shyam & Janani, 2017).

##### 2.2.4.5 Desafíos y Consideraciones

A pesar de sus beneficios, el uso de polvo de granito en la construcción también presenta ciertos desafíos que deben ser considerados:

#### 1. Variabilidad en la Composición:

- La composición del polvo de granito puede variar <sup>41</sup> dependiendo del tipo de granito y del proceso de producción. Esta variabilidad puede afectar las propiedades finales del concreto y requiere un control de calidad riguroso (Singh et al., 2016).

## 2. Impacto en la Trabajabilidad:

- La incorporación de polvo de granito puede afectar la trabajabilidad <sup>49</sup> de la mezcla de concreto. Es necesario ajustar la proporción A/C y utilizar aditivos para mantener la trabajabilidad deseada (Shyam & Janani, 2017).

## 3. Disponibilidad y Costo:

- La disponibilidad del polvo de granito puede estar limitada a regiones con una industria de la piedra desarrollada. Además, los costos asociados con el procesamiento y transporte del polvo pueden influir en su viabilidad económica (Singh et al., 2016).

<sup>20</sup>

### 2.2.5 Diseño de mezclas

#### 2.2.5.1 Definición del Diseño de Mezclas de Concreto

El diseño de mezclas de concreto consiste en seleccionar y combinar los materiales (cemento, agua, agregados y aditivos) <sup>53</sup> para crear una mezcla que cumpla con los requisitos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad, optimizando costos y rendimiento según las condiciones de uso. (Neville, 2021).

<sup>14</sup>

#### 2.2.5.2 Importancia del Diseño de Mezclas

El <sup>14</sup> diseño adecuado de mezclas es fundamental para asegurar la calidad del concreto y su desempeño en el tiempo. Un diseño bien realizado puede minimizar costos, maximizar la durabilidad y mejorar la sostenibilidad del concreto al optimizar el uso de materiales (Mehta & Monteiro, 2014).

<sup>14</sup>

#### 2.2.5.3 Principios del Diseño de Mezclas

El <sup>14</sup> diseño de mezclas de concreto se basa en varios principios clave que guían la selección y proporción de los materiales componentes:

### 1. Resistencia y Durabilidad:

La resistencia es una cualidad primordial clave del concreto, altamente influenciada por la relación (w/c). Una relación baja suele mejorar la fuerza y perdurabilidad del concreto, pero puede comprometer su trabajabilidad. (Kosmatka, Kerkhoff, & Panarese, 2022).

### 2. Trabajabilidad:

Es la facilidad con la que una mezcla de concreto puede ser mezclada, transportada, ponida y acabada. La trabajabilidad adecuada es esencial para asegurar una colocación y consolidación correctas del concreto, especialmente en estructuras densamente reforzadas (Mindess, Young, & Darwin, 2003).

### 3. Relación (w/c):

Una menor relación A/C aumenta la resistencia y durabilidad, pero puede reducir la trabajabilidad. Es necesario encontrar un equilibrio adecuado para cumplir con los requisitos específicos del proyecto (Neville, 2011).

### 4. Selección de Agregados:

Los agregados deben ser seleccionados y gradados adecuadamente para asegurar una mezcla densa y bien compactada. La granulometría, forma y textura de los agregados afectan significativamente la trabajabilidad y cualidades mecánicas del concreto (Mehta & Monteiro, 2014).

### 5. Uso de Aditivos:

Son materias incorporadas al concreto para modificar sus cualidades, mejorando la trabajabilidad, ajustando el tiempo de fraguado, y aumentando su resistencia y durabilidad. Una selección adecuada de aditivos es esencial para optimizar el rendimiento del concreto (Mindess, Young, & Darwin, 2013).

#### 2.2.5.4 Métodos de Diseño de Mezclas

##### 1. Método del Volumen Absoluto:

Este método se basa en el principio de que el volumen total de la mezcla de concreto es igual a la suma de los volúmenes de sus componentes. Es ampliamente

utilizado debido a su precisión y capacidad para ajustarse a diferentes tipos de concreto (Kosmatka, Kerkhoff, & Panarese, 2022).

## **2. Método de la ACI (American Concrete Institute):**

La ACI <sup>3</sup> ha desarrollado un método de diseño de mezclas que proporciona pautas detalladas para la selección y proporción de los materiales. Este método es reconocido internacionalmente y es adecuado para aplicaciones de concreto (ACI Committee 211, 2012).

## **3. Método del DOE (Department of Environment, Reino Unido):**

Este método se basa en la selección de materiales y proporciones para cumplir con los requisitos de resistencia y trabajabilidad, considerando las condiciones específicas del proyecto. Es ampliamente utilizado en el Reino Unido y en otros países (Neville, 2011).

### **2.2.5.5 Factores que Afectan el Diseño de Mezclas**

El diseño de mezclas de concreto está influenciado por varios factores, incluyendo:

#### **1. Condiciones Ambientales:**

Las condiciones climáticas, como  $T^{\circ}$  y la humedad, pueden afectar <sup>9</sup> el comportamiento del concreto fresco y endurecido. Es necesario ajustar el diseño de la mezcla para asegurar un rendimiento óptimo en diferentes condiciones ambientales (Mehta & Monteiro, 2014).

#### **2. Tipo de Estructura:**

El tipo de estructura y las cargas a las que estará sometida influyen en los requisitos de resistencia y durabilidad del concreto. Diferentes aplicaciones pueden requerir diferentes diseños de mezcla para cumplir con los requisitos específicos (Neville, 2011).

#### **3. Disponibilidad de Materiales:**

La disponibilidad y calidad de los materiales componentes pueden variar según la ubicación geográfica. Es importante considerar la accesibilidad y el costo de los materiales al diseñar la mezcla de concreto (Kosmatka, Kerkhoff, & Panarese, 2002).

#### **4. Sostenibilidad:**

El uso de MR, como agregados reciclados y subproductos industriales, puede ayudar la sostenibilidad del concreto y reducir su impacto ambiental (Mehta & Monteiro, 2014).

#### **2.2.5.6 Innovaciones en el Diseño de Mezclas**

Las innovaciones en el diseño de mezclas de concreto han permitido desarrollar materiales de alto rendimiento y más sostenibles. Algunas de las innovaciones más destacadas incluyen:

##### **1. Concreto de Alto Rendimiento (HPC):**

El HPC se caracteriza por una alta resistencia y durabilidad, lograda mediante una cuidadosa selección y proporción de los materiales y el uso de aditivos avanzados. Es ideal para aplicaciones que requieren un rendimiento superior (Neville, 2011).

##### **2. Concreto Autocompactante (SCC):**

El SCC es un tipo de concreto que se compacta por sí solo bajo su propio peso, eliminando la necesidad de vibrado. Mejora la calidad y velocidad de construcción, especialmente en estructuras con refuerzos densos (Mehta & Monteiro, 2014).

##### **3. Concreto Sostenible:**

El desarrollo de concretos sostenibles, utilizando materiales reciclados y subproductos industriales, ha mejorado la sostenibilidad del concreto. Estas mezclas no solo reducen el impacto ambiental, sino que también pueden mejorar las propiedades del concreto (Pacheco-Torgal et al., 2013).

## 2.3 Marco conceptual

### 2.3.1 Agregado

Son sustancias <sup>1</sup> granulares como arena, grava, escoria o piedra chancada, que se fusiona con cemento y agua para constituir el concreto. Representan aproximadamente el 60-75% del volumen total y son indispensables para conferir resistencia y durabilidad al concreto.

### 2.3.2 Asentamiento

El asentamiento del hormigón <sup>60</sup> es una medida de la facilidad con la que el hormigón fresco puede fluir y trabajarse. Indica la distancia que una masa de hormigón recién mezclado se asentará por su propio peso, sin ninguna fuerza externa, una vez que la vibración haya cesado.

### 2.3.3 Cemento

Es una materia adhesiva <sup>3</sup> pulverizada que, al fusionarse con agua, produce una mezcla viscosa que se solidifica y se fortalece mediante un proceso conocido como hidratación, lo que da como resultado la formación de un material duradero y resistente conocido como concreto. La construcción depende en gran medida del uso del concreto, que tiene muchas aplicaciones, desde estructuras de edificios hasta pavimentos y materias ornamentales.

### 2.3.4 <sup>1</sup> Concreto

Es un material esencial <sup>1</sup> en el campo de la ingeniería civil y la construcción. Su composición se compone principalmente de <sup>3</sup> cemento, áridos (arena y grava) y agua. En ocasiones se utilizan sustancias adicionales para mejorar determinadas características del concreto.

### 2.3.5 <sup>2</sup> Escoria negra

Es un subproducto industrial del proceso de producción de hierro y acero en altos hornos. Se forma cuando las impurezas del mineral de hierro se combinan con fundentes como caliza o dolomita durante la reducción del mineral en presencia de coque, flotando sobre el metal fundido por su menor densidad.

### 2.3.6 Polvo de granito

Es un residuo finamente molido que se produce cuando se corta y procesa el granito. Está compuesto principalmente de cuarzo, feldespato y mica. A pesar de que históricamente se lo consideraba basura, sus cualidades físicas y químicas inherentes han facilitado su utilización en muchas aplicaciones, particularmente en los campos de la construcción y la producción de materiales compuestos.

### <sup>11</sup> 2.3.7 Resistencia a la compresión

Se refiere a la suficiencia del concreto solidificado de aguantar un peso por unidad de superficie. Es una característica crucial del hormigón y normalmente se evalúa después de 28 días.

## <sup>1</sup> **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Diseño de la Investigación**

El concepto de "diseño" se refiere al esquema o estrategia ideada para recopilar la información necesaria con el objetivo de responder al planteamiento del problema; por lo tanto, es fundamental seguir una serie de pasos para asegurar que el estudio genere contribuciones significativas. (Hernandez & Baptista, 2014)

<sup>3</sup> La investigación será de tipo experimental y se centrará en la evaluación del concreto convencional, incorporando un grupo de control estándar y varios grupos experimentales con diferentes proporciones de escoria negra y polvo de granito.

#### <sup>1</sup> **3.2 Método de la Investigación**

Según Tamayo y Tamayo (2012), el método científico consiste en una serie de procedimientos diseñados para formular problemas científicos y verificar <sup>1</sup> hipótesis y herramientas de investigación.

La investigación propuesta será de carácter científico, enfocada en la generación de conocimiento en el campo de las ciencias. Este enfoque requiere seguir un proceso metódico y estructurado de pasos para llegar a conclusiones válidas.

### 3.3 Nivel y tipo de la investigación

#### 3.3.1 Nivel de la Investigación

Según (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014), la investigación aplicada se diferencia por su enfoque en el uso directo de los hallazgos para mejorar prácticas, procesos y productos. Esta investigación <sup>58</sup> no solo contribuye al conocimiento académico, sino que también tiene un impacto tangible en el entorno social o industrial.

La investigación tiene como objetivo emplear conocimientos teóricos y métodos experimentales para abordar problemas prácticos <sup>43</sup> en el sector de la construcción, centrándose en el aumento <sup>6</sup> de la resistencia a la compresión del concreto a través de la utilización de escoria negra y polvo de granito.

#### <sup>1</sup> 3.3.2 Tipo de la investigación

Según (Hernandez & Baptista, 2014), la investigación aplicada es una modalidad de investigación que tiene como objetivo resolver problemas identificados en un campo específico del conocimiento mediante la aplicación práctica de sus hallazgos.

El objetivo principal es resolver un problema práctico, en este caso, <sup>17</sup> mejorar las propiedades del concreto utilizando materiales reciclados como la escoria negra y el polvo de granito. La investigación busca generar conocimientos que puedan ser aplicados directamente en la industria de la construcción.

### <sup>59</sup> 3.4 Población y Muestra

#### 3.4.1 Población

(Barrera, 2000) señala <sup>18</sup> que, una vez que se ha definido el evento o los eventos a estudiar, es fundamental identificar en qué o en quién se va a investigar dicho evento. Esto implica determinar en qué ser o seres se manifiesta la situación a estudiar, los cuales son las unidades de estudio. El grupo de seres que presentan la característica o

evento a investigar constituye la población. La población está conformada por cilindros de concretos producidos en la ciudad de Juliaca.

47

### 3.4.2 Muestra

(Arias F. G., 2012) describe la muestra como un subconjunto representativo y limitado de la población accesible. Este subconjunto, debido a su tamaño y similitud con la población total, permite hacer inferencias o extrapolaciones de los resultados al resto de la población, con un margen de error definido (p. 83). La población será el concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , con el empleo de polvo de granito y escoria negra en proporciones variables, en la ciudad de Juliaca.

**Tabla 2**

*Muestras a elaborarse*

DESCRIPCIÓN	% DE EMPLEO	Nº	DÍAS DE ENSAYO
Concreto patrón	0%		
Concreto + polvo de granito	1%		
Concreto + polvo de granito	3%		
Concreto + polvo de granito	5%	15 briquetas	7, 14 y 28 días
Concreto + escoria negra	2%		
Concreto + escoria negra	4%		
Concreto + escoria negra	6%		

Se muestra la cantidad de muestra a elaborarse para los experimentos donde se vera la incidencia.

1

## 3.5 Técnicas e instrumentos de investigación para recopilación de datos

### 3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas utilizadas en la investigación científica son una variedad de herramientas y procedimientos específicos que se emplean para llevar a cabo de manera efectiva el proceso riguroso y sistemático que caracteriza a la investigación científica. Estas técnicas abarcan desde métodos de recopilación y análisis de datos hasta la

aplicación de instrumentos de medición, experimentación, observación y encuestas, entre otros. Cada técnica se selecciona cuidadosamente en función de los objetivos de investigación y la naturaleza del problema estudiado, con fin de asegurar la fiabilidad, validez y precisión de los logros obtenidos. La elección adecuada y el dominio de estas técnicas son fundamentales para garantizar la calidad y la credibilidad de la investigación científica. (Hernández & Duana, 2020, pág. 51).

La tesis propuesta opta la técnica de observación para examinar los beneficios derivados de la inclusión de diferentes proporciones de polvo de granito y escoria en el concreto. Para la recopilación de datos, se utilizarán herramientas como fichas de observación y formatos de campo para registrar la información obtenida.

- Muestreo de material (agregados).
- Ensayos físicos.
- Ensayos mecánicos.
- Diseño de mezclas para concreto convencional.

### **3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación**

Los instrumentos de medición son elementos diseñados y establecidos para cuantificar o evaluar de manera precisa diferentes variables o aspectos dentro de un estudio. En esencia, estos instrumentos representan las condiciones ideales para la realización de mediciones, donde se lleva a cabo la evaluación empírica de fenómenos, características o comportamientos de interés en la investigación. Es crucial que cualquier instrumento utilizado en una investigación sea capaz de recopilar datos confiables y válidos, lo que implica que debe ser sometido a un proceso de validación riguroso. Este proceso de validación asegura que el instrumento sea adecuado para medir lo que se pretende medir, que sea preciso y consistente en su desempeño, y que produzca resultados que sean fiables y precisos (Hernández & Duana, 2020, pág. 52).

El instrumento elegido para esta tesis será la guía de observación, y los datos se recogerán mediante formatos de laboratorio y guías de observación en campo.

- Formatos de recolección de datos en el campo.
- Instrumentos y aparatos de laboratorio.
- Programas para el análisis de datos.

### 3.6 Proceso de obtención de datos.

#### 3.6.1 Desarrollo de plan de investigación

##### ETAPA I: BUSQUEDA DE INFORMACION

En esta etapa inicial de la investigación, se da inicio a la exploración exhaustiva de datos y fuentes relacionadas con el tema de investigación. Este proceso implica el análisis detallado de diversas fuentes de información, como tesis académicas, artículos de revistas especializadas, libros y normativas pertinentes. Estas fuentes de datos se consideran fundamentales para proporcionar una comprensión profunda y contextualizada del tema de estudio, así como para identificar el estado actual del conocimiento, las tendencias, los enfoques metodológicos previamente empleados y las posibles lagunas en la investigación existente.

##### ETAPA II: PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES

En esta fase de la investigación, se ha iniciado el proceso de muestreo de las materias destinados a la elaboración de concreto, incluyendo el polvo de concreto reciclado que será utilizado.

##### Cantera de Isla:

La explotación de agregados se encuentra a 7.5 kilómetros al oeste de Juliaca, lo que representa un viaje de 25 a 30 minutos. En este sitio, la extracción se realiza manualmente con apoyo de maquinaria. El área está rodeada de vegetación, como paja y pasto, que es aprovechada por la ganadería local.

**Figura 1**

*Ubicación de la cantera*

**Polvo de granito:**

El polvo de granito en Juliaca tiene un gran potencial como recurso para la construcción y la industria. Dada la riqueza mineral de la región, es posible acceder a depósitos de granito que, al triturarse, pueden generar polvo útil <sup>3</sup> en la realización de concreto, mortero y otros materiales. Su uso mejora <sup>1</sup> la resistencia y perdurabilidad del concreto, además de reducir la cantidad de cemento requerido, lo que conlleva beneficios tanto económicos como ambientales.

**Figura 2**

*Polvo de granito de la cantera Cabanillas*



**Escoria negra:** La escoria negra, también conocida como escoria de fundición, <sup>48</sup> es un subproducto de la fundición de metales, especialmente del hierro y del acero. Se forma durante el proceso de fundición, cuando los minerales y otros materiales no metálicos presentes en el mineral de hierro se funden y se separan del metal fundido. La escoria negra se caracteriza por su color oscuro, y puede variar en tamaño y composición dependiendo del proceso de fundición específico.

### Figura 3

*Escoria negra*



### ETAPA III: PROPIEDADES DE AGREGADOS

#### % humedad

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

#### % absorción

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

#### P.U.S

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

#### P.U.C

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

**Ensayo de abrasión:** El ensayo de abrasión es una prueba de laboratorio diseñada para medir la resistencia al desgaste de materiales, comúnmente usados en construcción y pavimentación. Este procedimiento es esencial para evaluar la durabilidad y calidad de materiales como el concreto, el asfalto y los agregados pétreos.

#### Figura 4

*Ensayo de abrasión*



#### Materiales y Equipos Necesarios

1. **Máquina de abrasión:** Por ejemplo, la máquina <sup>14</sup> de Los Ángeles.
2. **Esferas de acero:** Bolas de acero de tamaño y peso especificados.
3. **Tamices:** Con aperturas de diferentes tamaños para clasificar los agregados.
4. **Balanza:** Para medir el peso de los agregados antes y después del ensayo.
5. **Agregado:** Muestra de material que se va a probar.
6. **Recipiente para recoger polvo:** Para recoger el material desgastado.

**Procedimiento:****1. Preparación de la muestra:**

- Se selecciona una muestra representativa del material a probar.
- La muestra se lava para eliminar partículas de polvo y se seca hasta un peso constante.
- Se clasifica la muestra mediante tamices, obteniendo una fracción específica del agregado que cumpla con los requisitos del ensayo.

**2. Pesaje inicial:**

- Se pesa la muestra seca (W1) y se anota el peso inicial de la muestra.

**3. Carga de la muestra:**

- La muestra se coloca en el tambor de la máquina de abrasión junto con un número específico de esferas de acero.

**4. Ensayo de abrasión:**

- La máquina de abrasión se pone en marcha y se deja girar un número determinado de revoluciones, generalmente 500 a 1000 vueltas.
- Durante la rotación, las esferas de acero y el agregado interactúan, produciendo desgaste y fragmentación del material.

**5. Recuperación del material:**

- Después del número de vueltas especificado, se detiene la máquina y se extrae el material.
- El material desgastado se pasa por un tamiz para separar las partículas finas (polvo) de los agregados más grandes.

**6. Pesaje final:**

- Se pesa el material retenido en el tamiz (W2).
- El material fino (polvo) se recoge y se mide si es necesario.

**7. Cálculo del desgaste:**

- La pérdida de peso se calcula <sup>51</sup> como la diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra.
- La resistencia a la abrasión se expresa como un porcentaje de la pérdida de peso con respecto al peso inicial.

$$\text{Porcentaje de desgaste} = \left( \frac{W_1 - W_2}{W_1} \right) \times 100$$

#### <sup>3</sup> ETAPA IV: ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

El proceso de asentamiento del concreto incluye una serie de pasos para asegurar una colocación correcta y una distribución uniforme de la mezcla. <sup>72</sup> A continuación, se detallan los pasos habituales para el asentamiento del concreto:

- **Preparación del área de trabajo:** <sup>25</sup> Antes de comenzar la colocación del concreto, es importante preparar el área de trabajo adecuadamente. Esto puede incluir la limpieza del sitio, la instalación de encofrados y refuerzos, y la colocación de barreras de contención si es necesario.
- **Preparación de la mezcla:** <sup>3</sup> Se debe prepararse de acuerdo con las especificaciones del proyecto y las proporciones de los materiales requeridos. Es importante seguir las recomendaciones del proveedor de concreto y utilizar equipos adecuados para garantizar una mezcla homogénea y consistente.
- **Colocación inicial del concreto:** <sup>7</sup> Una vez que la mezcla de concreto esté lista, se vierte inicialmente en el área de trabajo. Esta primera fase de colocación se puede realizar utilizando una carretilla o una bomba de concreto, dependiendo del alcance del proyecto y la accesibilidad del sitio.
- **Compactación y nivelación:** Después de la colocación inicial, el concreto se compacta y se nivela para garantizar una distribución uniforme y una superficie plana. Esto se puede lograr utilizando herramientas de compactación, como vibradores de concreto, y herramientas de nivelación, como reglas y niveladores.

- **Ensayo de asentamiento:** Después de colocar y compactar el concreto, se realiza el ensayo de asentamiento para evaluar la fluidez y trabajabilidad de la mezcla. Este procedimiento consiste en colocar un cono de asentamiento estándar sobre el concreto fresco y medir la diferencia entre la altura inicial del cono y la altura final después de retirarlo.
- **Ajustes finales:** Si es necesario, se realizan ajustes finales en la colocación y nivelación del concreto para garantizar que cumpla con las especificaciones del proyecto y los estándares de calidad requeridos.
- **Cuidado y curado:** Tras completar la colocación del concreto, es crucial seguir procedimientos adecuados de cuidado y curado para asegurar el desarrollo óptimo de sus cualidades. Esto incluye aplicar agentes de curado y proteger el concreto fresco de condiciones climáticas adversas.

#### ETAPA V: RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Se realiza mediante probetas cilíndricas estándar, las cuales permiten medir su capacidad para resistir cargas de compresión. Este ensayo es esencial para determinar la aptitud del concreto en soportar las cargas estructurales previstas, garantizando la seguridad y durabilidad de las edificaciones.

La fórmula:

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

**Dónde:**

f'c: Resistencia a compresión (kg/cm<sup>2</sup>).

P: Carga de ruptura (kg).

φ: Diámetro (cm).

A: Área (cm<sup>2</sup>).

**Figura 5**

**1** Máquina de fuerza a compresión



#### **ETAPA VI: EVALUACIÓN DE RESULTADOS**

La evaluación de los resultados se presentará mediante tablas comparativas que ilustrarán las diferencias y similitudes entre los distintos grupos analizados, considerando factores como la participación y otros parámetros relevantes. Estas tablas facilitarán una visualización clara y sistemática, permitiendo una comprensión detallada de los efectos de las variables en estudio.

#### **3.7 Procesamiento de datos**

Los datos recopilados serán procesados y analizados exhaustivamente utilizando herramientas como tablas, gráficos y cálculos. Este enfoque garantizará la obtención de resultados precisos y significativos, aplicando procedimientos confiables que aseguren una recolección metódica de la información experimental.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados obtenidos.

Se detallan a continuación los resultados de los análisis hechos a los agregados conseguidos de la cantera Isla, especificando sus propiedades fundamentales.

#### Análisis de la gradación de partículas:

**Tabla 3**

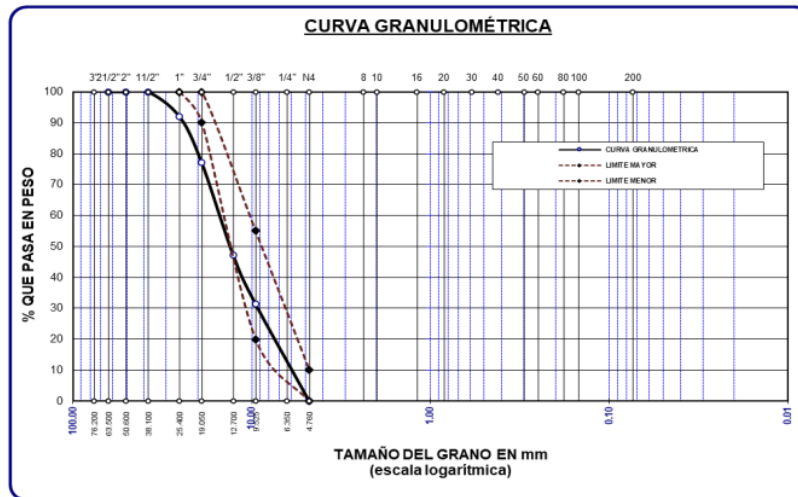
*Distribución granulométrica del agregado grueso.*

MALLAS	P. RETENIDO	%RET. PARCIAL	<sup>3</sup> %RET. ACUMULADO	% PASA	ESPECIF.
3"					
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	279.00	7.97	7.97	92.03	100 %
3/4"	521.00	14.89	22.86	77.14	90 - 100 %
1/2"	1045.00	29.86	52.71	47.29	
3/8"	553.00	15.80	68.51	31.49	20 - 55 %
1/4"					
Nº4	1102.00	31.49	100.00	0.00	0 - 10 %
FONDO	0.00	0.00	100.0	0.0	
TOTAL	3500.00	100.00			
% PÉRDIDA	0.00				

La tabla proporciona una detallada distribución granulométrica del agregado grueso, permitiendo evaluar si cumple con las especificaciones requeridas para su uso en construcción.

Figura 6

2  
Curva de distribución de tamaños del agregado grueso.



Esta figura es una herramienta visual que verifica si el agregado grueso cumple con los requisitos granulométricos para su uso en construcción, garantizando la calidad y consistencia del material.

Tabla 4

Distribución granulométrica del agregado fino.

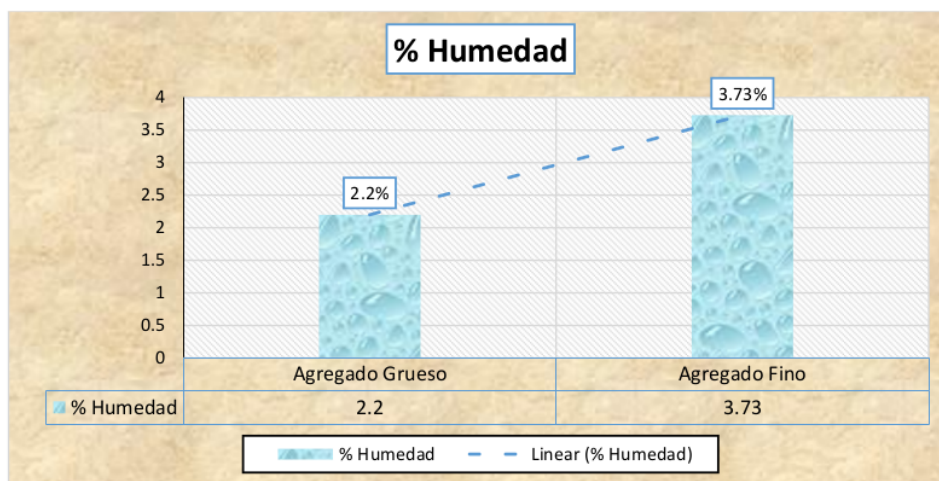
MALLAS	P. RETENIDO	%RET. PARCIAL	%RET. ACUMULADO	% PASA	ESPECIF.
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %
Nº8	112.56	22.51	22.51	77.49	80 - 100 %
Nº10					
Nº16	93.25	18.65	41.16	58.84	50 - 85 %
Nº20					
Nº30	102.03	20.41	61.57	38.43	25 - 60 %
Nº40					
Nº50	127.65	25.53	87.10	12.90	10 - 30 %
Nº60					
Nº80					
Nº100	43.11	8.62	95.72	4.28	2-10%
Nº200	8.23	1.65	97.37	2.63	
FONDO	13.17	2.63	100	0.00	
TOTAL	500.00	100.00			
% PÉRDIDA	2.63				



<sup>2</sup> La tabla muestra que el porcentaje de humedad del agregado fino es del 3.73% y del agregado grueso es del 2.20%. Los cálculos son fundamentales para determinar el contenido de agua en los agregados, lo cual es necesario para preparar mezclas de concreto. Esto se debe a que la humedad afecta significativamente las cualidades finales del producto.

**Figura 8**

*% de humedad.*



La figura ilustra claramente que el agregado fino tiene un mayor % de humedad (3.73%) en semejanza con el agregado grueso (2.2%). La línea de tendencia muestra una inclinación positiva, lo que indica que la humedad aumenta al pasar del agregado grueso al agregado fino.

#### ENSAYO DE DENSIDAD DE AGREGADOS

DESCRIPCIÓN	PESO ESPECÍFICO	ABSORCIÓN
(AGREG. FINO)	2.56 gr/cm <sup>3</sup>	2.91 %
(AGREG. GRUESO)	2.55 gr/cm <sup>3</sup>	1.96 %

#### PRUEBAS DE DENSIDAD APARENTE DE AGREGADOS <sup>3</sup>SUELTOS:

Tabla 6

Peso unitario suelto (Agreg. Fino)

PESO UNITARIO (SUELTO) <sup>1</sup>			
Peso mol.		5968 gr	
Volumen mol.		2122 cm <sup>3</sup>	
Colocación de muestra a mol.		CAIDA LIBRE	
Molde + M. suelta	9382 gr	9398 gr	9395 gr
M. suelta	3414 gr	3430 gr	3427 gr
D.M.M Seca	1.609	1.616	1.615
Promedio <sup>2</sup>		1.613 gr/cm <sup>3</sup>	

Estos resultados indican la densidad del material fino en estado suelto, con un promedio mínimo de 1.613 gr/cm<sup>3</sup>, lo cual es relevante para hallar las dosificaciones apropiado en la mezcla de concreto.

<sup>3</sup>  
Tabla 7

Peso unitario suelto (Agreg. Grueso)

PESO UNITARIO (SUELTO) <sup>1</sup>			
Peso mol.		7981 gr	
Volumen mol.		3224 cm <sup>3</sup>	
Colocación de muestra a mol.		CAIDA LIBRE	
Molde + M. suelta	12855 gr	12824 gr	12853 gr
M. suelta	4874 gr	4843 gr	4872 gr
D.M.M Seca	1.512	1.502	1.511
Promedio <sup>2</sup>		1.508 gr/cm <sup>3</sup>	

Estos resultados muestran que la densidad del material grueso en estado suelto tiene un promedio mínimo de 1.508 gr/cm<sup>3</sup>, lo cual es importante para calcular las proporciones en la mezcla de concreto.

## PRUEBAS DE DENSIDAD APARENTE DE AGREGADOS COMPACTADOS <sup>1</sup>

Tabla 8

Peso unitario compactado (Agreg. Fino)

PESO UNITARIO (VARILLADO)			
P. molde		5968 gr	
Vol. molde		2122 cm <sup>3</sup>	
N° capas		3	
N° golpes		25	
Molde + muestra compactada	9618 gr	9612 gr	9610 gr
Muestra compactada	3650 gr	3644 gr	3642 gr
D.M. Seca	1.720	1.717	1.716
Promedio		1.718 gr/cm <sup>3</sup>	

Estos resultados muestran la consistencia en el P.U.C. del agregado fino al ser compactado, con un promedio de densidad máxima de 1.718 gr/cm<sup>3</sup>, lo que es crucial para el diseño de mezclas de concreto.

**1**  
**Tabla 9**

*Peso unitario compactado (Agreg. Grueso)*

<b>PESO UNITARIO (VARILLADO)</b>			
<b>P. molde</b>		7981 gr	
<b>Vol. molde</b>		3224 cm <sup>3</sup>	
<b>N° capas</b>		3	
<b>N° golpes</b>		25	
<b>Molde + muestra compactada</b>	13200 gr	13208 gr	13245 gr
<b>Muestra compactada</b>	5219 gr	5227 gr	5264 gr
<b>D.M. Seca</b>	1.619	1.621	1.633
<b>Promedio</b>		1.624 gr/cm <sup>3</sup>	

Estos resultados reflejan la consistencia en el P.U.C. del agregado grueso al ser compactado, con un promedio de densidad máxima de 1.624 gr/cm<sup>3</sup>, lo cual es esencial para el diseño de mezclas de concreto.

## ENSAYO DE ABRASIÓN

### Datos:

- Tipo de Agreg.: Grueso
- M. Obtenida Por: Cuarteo
- N° de Revoluciones: 500
- Carga Abrasiva: 12 esferas
- P. Seco Inicial de la Muestra (Wi): 4995.78 gramos
- P. Seco Final Retenido en el Cedazo No. 12 (Wf): 3883.00 gramos
- P. del Material que Pasa el Cedazo No. 12: 1122.95 gramos

### Cálculo del porcentaje de desgaste

$$\text{Porcentaje de desgaste} = \left( \frac{W_i - W_f}{W_i} \right) * 100$$

- Resultado del Porcentaje de Desgaste: 22.27%

### Notas Adicionales

- Graduación: "A":  $3/4" - 1/2" = 2502$ ,  $1/2" - 3/8" = 2501$
- Resistencia al Desgaste: 77.73%
- Norma de Referencia: AASHTO T-26, ASTM C-131

En resumen, indica que el agregado grueso tiene una resistencia al desgaste del 77.73%, con una pérdida de material del 22.27% tras el ensayo de abrasión según las normas AASHTO T-26 y ASTM C-131.

**Tabla 10**

*Atributos físicos de agregados.*

CUALIDADES	A. GRUESO	A. FINO
<b>Peso e. SSS</b>	2.55	2.56
<b>Peso U. V.</b>	1624	1718
<b>Peso U. S.</b>	1508	1613
<b>Absorción</b>	1.96	2.91
<b>% de Humedad</b>	2.20	3.73
<b>Módulo de Fineza</b>		3.08

*Nota.* Laboratorio de suelos

Estos datos son fundamentales para el diseño de mezclas de concreto, ya que proporcionan información sobre la densidad, absorción, humedad de los agregados y su granulometría en el caso del agregado fino.

### DOSIFICACIÓN

**Tabla 11**

*Dosificación según diseño de mezclas*

ELEMENT.	P. SECO	VOL. SECO	P. HÚMEDO	VOL. HÚMEDO
<b>Cemento</b>	366	1.00	366	1.00
<b>Agua</b>	205	0.56	197	0.54
<b>Material G.</b>	962	2.63	983	2.69
<b>Material F.</b>	686	1.87	712	1.94
<b>Aire</b>	2.0 %		2.0 %	

La Tabla 11 muestra la proporción de una mezcla de concreto, detallando los pesos y volúmenes de los materiales en estado seco y húmedo (cemento, agua, agregados gruesos y finos). Además, se incorpora un 2.0% de aire.

8.61 BOLSAS/m3, DE CEMENTO.

### DOSIFICACIONES PARA REALIZACIÓN DE CONCRETO

Proporciones por peso:

- ❖ Cemento: 42.50 kg
- ❖ Agua: 22.88 kg
- ❖ Material Grueso: 114.15 kg
- ❖ Material Fino: 82.66 kg

**Tabla 12**

*Dosificaciones de los materiales a emplearse.*

MATERIAL	PROPORCIÓN (%)	PESO (KG/M3)
Cemento	-	366
Agua	-	197
Material Grueso	-	983
Material Fino	-	712
Escoria Negra	2%	21.96
Escoria Negra	4%	14.64
Escoria Negra	6%	21.96
Polvo de Granito	1%	3.66
Polvo de Granito	3%	10.98
Polvo de Granito	5%	18.3

La tabla 12 describe las cantidades y proporciones de los materiales utilizados en una mezcla, con diferentes porcentajes para cada uno según su peso en la mezcla

#### 4.1.1 Resultados sobre el efecto de la escoria negra y el polvo de granito en distintas proporciones en el asentamiento del concreto.

SLUMP:

**Tabla 13**

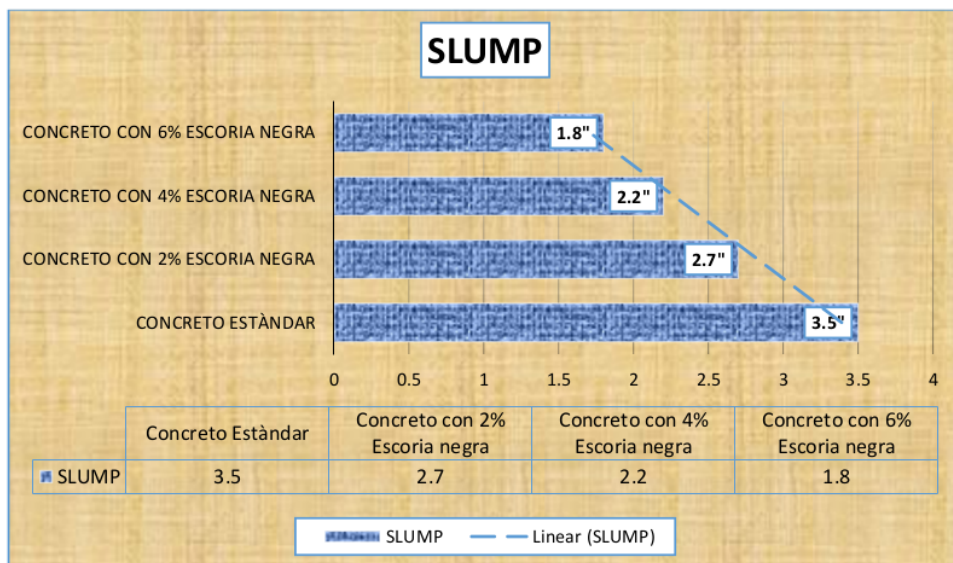
*Asentamiento del concreto + escoria negra.*

MEZCLA	ASENTAMIENTO	CONSISTENCIA
Concreto Patrón	3.5"	Plástica
Concreto con 2% Escoria negra.	2.7"	Seca
Concreto con 4% Escoria negra.	2.2"	Seca
Concreto con 6% Escoria negra.	1.8"	Seca

La Tabla 13 muestra los efectos del empleo de escoria negra en el asentamiento y la consistencia del concreto. El concreto sin escoria negra tiene un asentamiento de 3.5" y una consistencia plástica. Con un 2% de escoria negra, el asentamiento baja a 2.7" y la consistencia se vuelve seca. Con un 4% de escoria, el asentamiento disminuye a 2.2" y la consistencia sigue seca. Con un 6% de escoria, el asentamiento se reduce a 1.8", manteniendo la consistencia seca. Estos resultados indican que la escoria negra disminuye el asentamiento del concreto, haciéndolo más rígido y menos trabajable.

**Figura 9**

*Comportamiento del asentamiento del concreto con adición de escoria negra.*



La figura muestra cómo el asentamiento del concreto disminuye de forma lineal a medida que se aumenta el porcentaje de escoria negra. Esto significa que, con más escoria negra, la mezcla se vuelve más seca y difícil de manejar. La línea discontinua en el gráfico refleja esta tendencia de reducción en el asentamiento.

Tabla 14

*Asentamiento del concreto + polvo de granito*

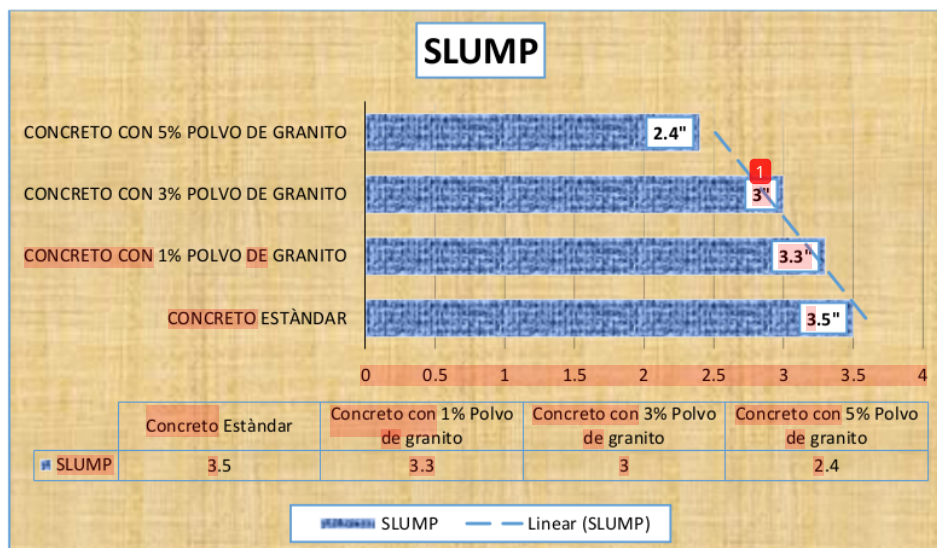
MEZCLA	ASENTAMIENTO	CONSISTENCIA
Concreto Patrón	3.5"	Plástica
Concreto con 1% Polvo de granito.	3.3"	Plástica
Concreto con 3% Polvo de granito.	3.0"	Plástica
Concreto con 5% Polvo de granito.	2.4"	Seca

*Nota. Laboratorio*

La Tabla 14 muestra que, al incrementar el porcentaje de polvo de granito en el concreto, el asentamiento disminuye, reduciendo su fluidez. Sin polvo de granito, el concreto tiene un asentamiento de 3.5" y una consistencia plástica. Con 1% de polvo de granito, el asentamiento baja a 3.3", manteniendo la consistencia plástica. Con 3% de polvo de granito, el asentamiento es de 3.0", aún con consistencia plástica. Finalmente, con 5% de polvo de granito, el asentamiento disminuye a 2.4" y la consistencia se vuelve seca, indicando una mezcla más rígida y menos trabajable.

Figura 10

*Comportamiento del asentamiento del concreto + polvo de granito.*



En la Figura, se ilustra cómo el asentamiento disminuye conforme aumenta la cantidad de polvo de granito añadido a la mezcla. El concreto estándar, sin polvo de granito, presenta un asentamiento de 3.5". Con un 1% de polvo de granito, el asentamiento disminuye ligeramente a 3.3". Con un 3% de polvo de granito, el asentamiento se reduce a 3", y con un 5% de polvo de granito, el asentamiento desciende notablemente a 2.4". Los resultados indican que la incorporación de polvo de granito disminuye el asentamiento del concreto, lo que reduce su fluidez y aumenta su cohesión.

#### 4.1.2 Resultados sobre el efecto de la escoria negra y el polvo de granito en la resistencia a la compresión del concreto.

##### 4.1.2.1 Resistencia del concreto muestra patrón

Prueba en 7 días

**Tabla 15**

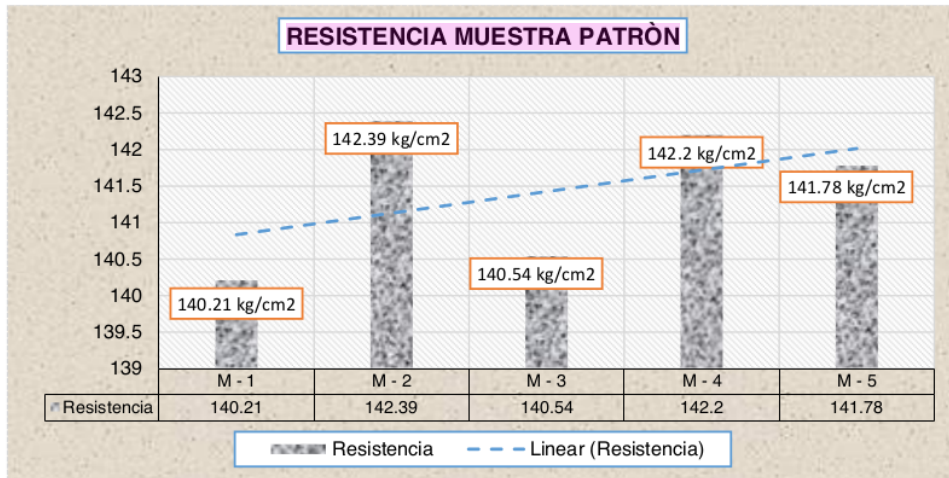
Resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , muestra patrón en 7 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
MP - 1	24711	140.21	7	141.42 kg/cm <sup>2</sup>
MP - 2	25095	142.39	7	
MP - 3	24869	140.54	7	
MP - 4	25062	142.20	7	
MP - 5	24987	141.78	7	

La Tabla 15 presenta los rendimientos de la resistencia del concreto especificada de 210 kg/cm<sup>2</sup>, evaluada en 7 días. Las cinco muestras (M-1 a M-5) tienen un promedio de resistencia de 141.42 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja el comportamiento del concreto bajo las condiciones especificadas.

**Figura 11**

Resistencia lograda en 7 días, de la muestra patrón.



Se observa una línea de tendencia lineal discontinua que muestra una leve inclinación ascendente, indicando una ligera mejora en la resistencia de las muestras a medida que se evalúan. La resistencia promedio de las muestras se encuentra alrededor de 141.42 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados reflejan la variabilidad y consistencia en la resistencia del concreto patrón en 7 días.

**Figura 12**

Porcentaje de resistencia alcanzada en 7 días, concreto muestra patrón.



La figura ilustra la distribución de los porcentajes de resistencia alcanzada, destacando una ligera variabilidad entre las diferentes muestras. La mayoría de las muestras alcanzan resistencias en un rango estrecho alrededor del 67%, lo que indica consistencia en el desempeño <sup>2</sup> del concreto patrón a los 7 días.

### Prueba en 14 días

**Tabla 16**

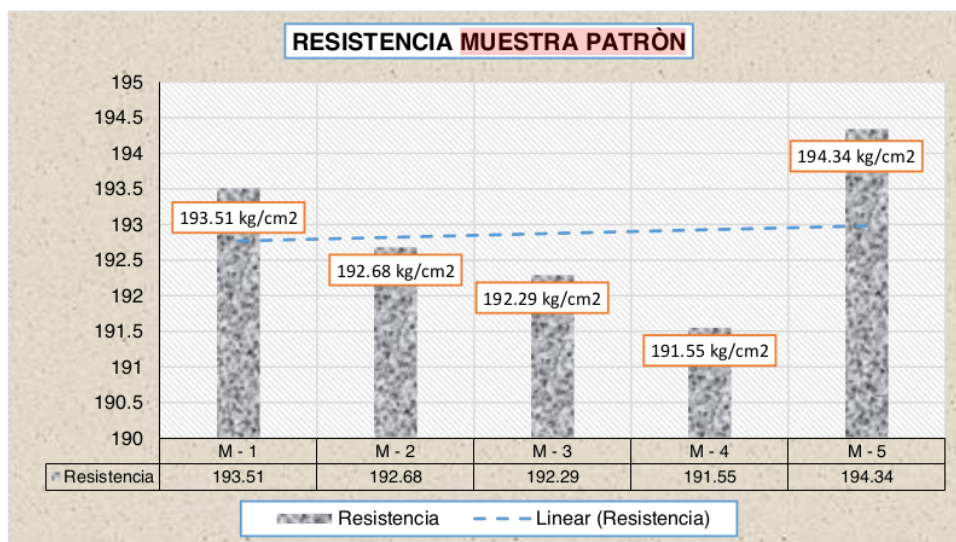
<sup>1</sup> Resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , muestra patrón en 14 días.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
MP - 1	34105	193.51	14	192.87 kg/cm <sup>2</sup>
MP - 2	33958	192.68	14	
MP - 3	34025	192.29	14	
MP - 4	33895	191.55	14	
MP - 5	34252	194.34	14 <sup>22</sup>	

La Tabla 16 presenta los rendimientos de resistencia del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , correspondiente a la muestra patrón, evaluada en 14 días, se evaluaron cinco muestras. El promedio de rotura es de  $192.87 \text{ kg/cm}^2$ .

**Figura 13**

<sup>1</sup> Resistencia lograda en 14 días, de la muestra patrón.



La Figura 13 muestra la resistencia lograda en 14 días de la muestra estándar de concreto. Los valores de resistencia para cada muestra son: M-1: 193.51 kg/cm<sup>2</sup>, M-2: 192.68 kg/cm<sup>2</sup>, M-3: 192.29 kg/cm<sup>2</sup>, M-4: 191.55 kg/cm<sup>2</sup>, y M-5: 194.34 kg/cm<sup>2</sup>. La línea de tendencia indica una leve variación en la resistencia promedio de las muestras a lo largo del tiempo de ensayo, proporcionando una visión clara del desempeño del concreto en estas condiciones específicas.

#### Figura 14

*Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto muestra patrón.*



La Figura 14 ilustra el porcentaje de resistencia lograda en 14 días para las muestras de concreto base. Los valores específicos de resistencia alcanzada para cada muestra son: M-1: 92.15%, M-2: 91.75%, M-3: 91.56%, M-4: 91.21%, y M-5: 92.55%, con una media de 91.84%, de las muestras analizadas.

#### Prueba a los 28 días

Tabla 17

Resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , muestra patrón en 28 días.

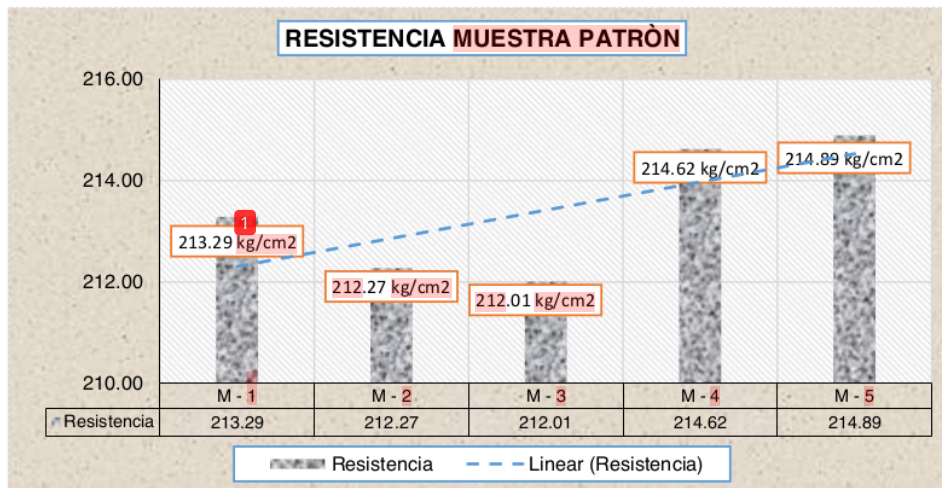
DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
MP - 1	37741	213.29	28	213.42 kg/cm <sup>2</sup>
MP - 2	37562	212.27	28	
MP - 3	37365	212.01	28	
MP - 4	37826	214.62	28	
MP - 5	38025	214.89	28	

Nota. Laboratorio

La Tabla 17 presenta los rendimientos de resistencia del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , correspondiente a la muestra estándar, evaluada en 14 días, se evaluaron cinco muestras. El promedio de rotura es de  $192.87 \text{ kg/cm}^2$ .

Figura 15

Resistencia lograda en 28 días, de la muestra patrón.



La Figura 15 muestra la resistencia lograda en 28 días de la muestra estándar de concreto. Los valores de resistencia para cada muestra son: M-1:  $213.29 \text{ kg/cm}^2$ , M-2:  $212.27 \text{ kg/cm}^2$ , M-3:  $212.01 \text{ kg/cm}^2$ , M-4:  $214.62 \text{ kg/cm}^2$ , y M-5:  $214.89 \text{ kg/cm}^2$ . La línea de tendencia indica un aumento en la resistencia promedio de las muestras a lo largo del tiempo de ensayo, proporcionando una visión clara del desempeño del concreto en estas condiciones específicas.

**Figura 16**

Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto muestra patrón.



La Figura 16 ilustra el porcentaje de resistencia alcanzada a los 28 días para las muestras de concreto patrón. Los valores específicos de resistencia alcanzada para cada muestra son: M-1: 101.56%, M-2: 101.08%, M-3: 100.96%, M-4: 102.2%, y M-5: 102.33%. con una media de 101.63%, de las muestras analizadas.

#### 4.1.2.2 Concreto + Escoria negra 2%.

##### Prueba en 7 días

**Tabla 18**

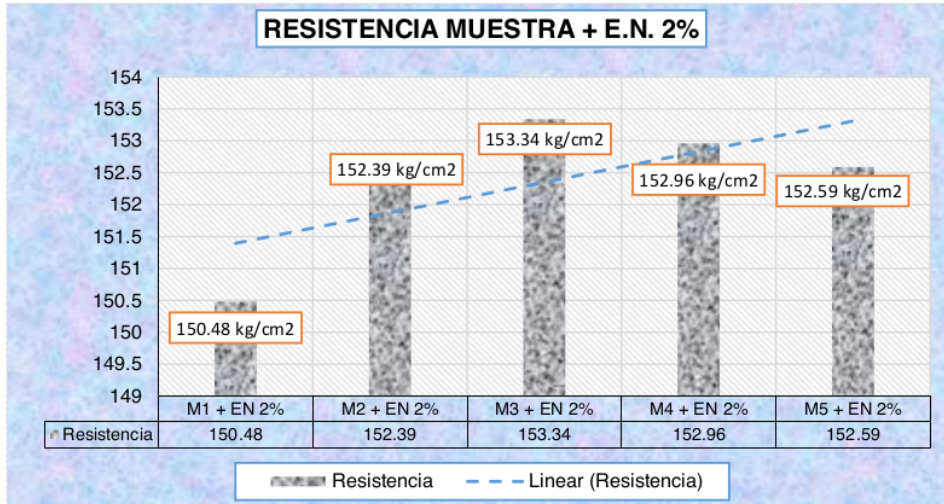
Resistencia del concreto + escoria negra al 2%.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + EN 2%	26627	150.48	7	
M1 + EN 2%	26858	152.39	7	
M1 + EN 2%	27025	153.34	7	152.35 kg/cm <sup>2</sup>
M1 + EN 2%	26958	152.96	7	
M1 + EN 2%	27001	152.59	7	

La Tabla 18 presenta los rendimientos de la fuerza del concreto con la adición de un 2% de escoria negra, evaluada a los 7 días. Cinco muestras fueron analizadas, resultando en un promedio de resistencia de 152.35 kg/cm<sup>2</sup>.

Figura 17

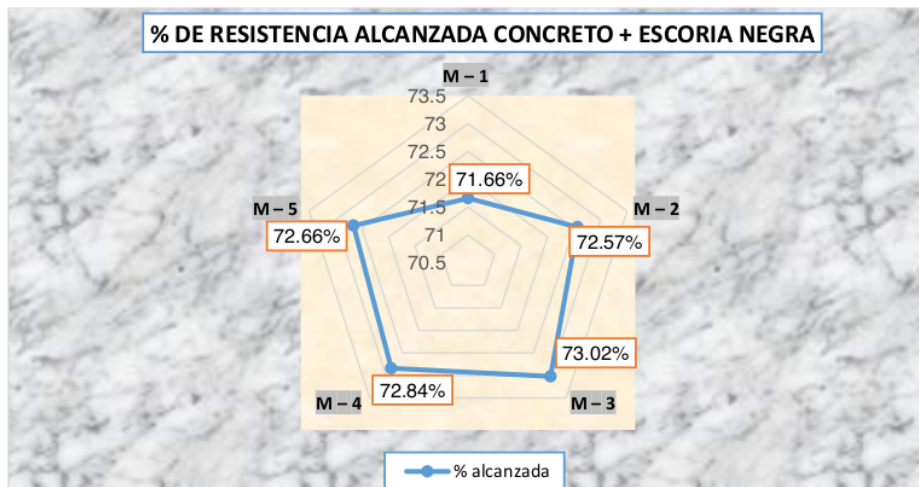
Resistencia lograda en 7 días, del concreto + escoria negra al 2%.



La Figura 17 muestra la resistencia lograda en 7 días del concreto + adición de un 2% de escoria negra. Los valores de resistencia para cada muestra son: M-1: 150.48 kg/cm<sup>2</sup>, M-2: 152.39 kg/cm<sup>2</sup>, M-3: 153.34 kg/cm<sup>2</sup>, M-4: 152.96 kg/cm<sup>2</sup>, y M-5: 152.59 kg/cm<sup>2</sup>.

Figura 18

Porcentaje de resistencia lograda en 7 días, concreto + escoria negra al 2%.



**1** La Figura 18 ilustra el porcentaje de resistencia alcanzada a los 7 días para el concreto con la adición de un 2% de escoria negra. Los valores específicos de resistencia alcanzada para cada muestra son: M-1: 71.66%, M-2: 72.57%, M-3: 73.02%, M-4: 72.84%, y M-5: 72.66%, con una media de 72.55%, de las muestras analizadas.

### **3** Prueba a los 14 días

**Tabla 19**

*Resistencia del concreto + escoria negra al 2%.*

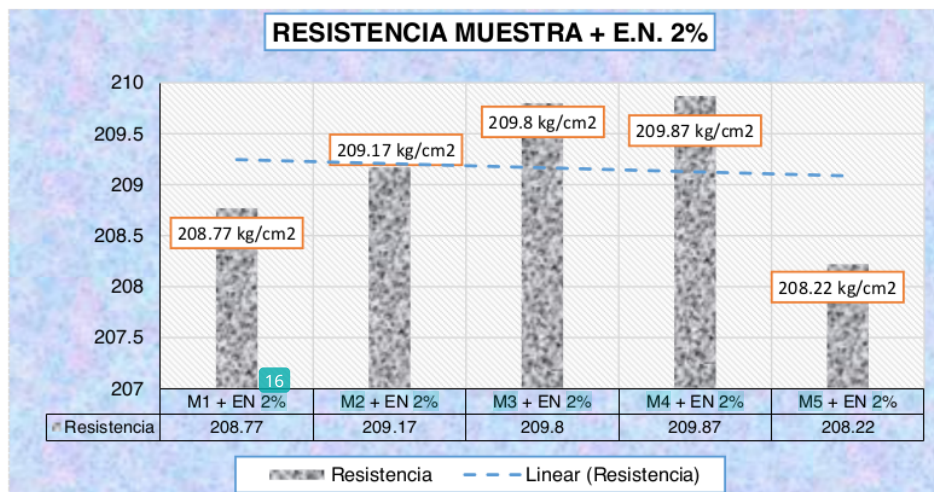
DESCRIP.	<b>1</b> CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + EN 2%	36795	208.77	14	209.17 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + EN 2%	36865	209.17	14	
M3 + EN 2%	37125	209.80	14	
M4 + EN 2%	36988	209.87	14	
<b>1</b> M5 + EN 2%	36698	208.22	14	

Nota. Laboratorio

La Tabla 19 presenta los rendimientos de la resistencia del concreto con la adición de un 2% de escoria negra, evaluada en 14 días. Cinco muestras (M1 + EN 2%) fueron analizadas, resultando en un promedio de resistencia de 209.17 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 19**

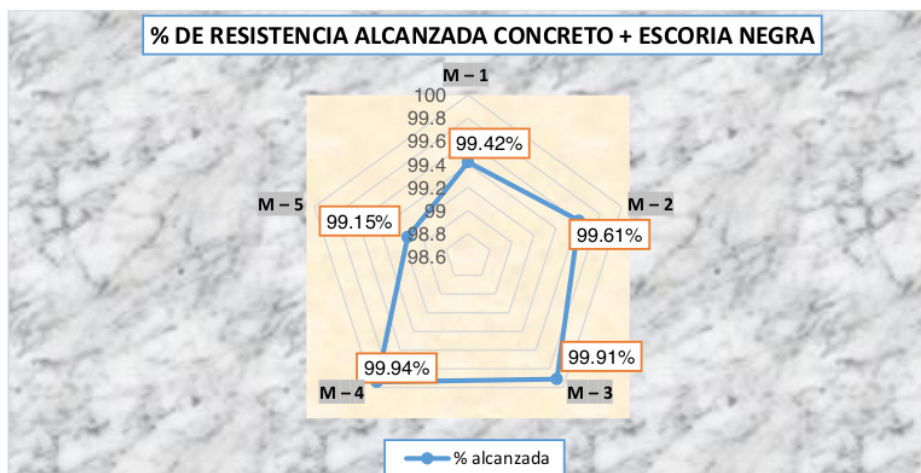
*Resistencia lograda en 14 días, del concreto + escoria negra al 2%.*



La Figura 19 muestra la resistencia lograda en 14 días del concreto + adición de un 2% de escoria negra. Los valores de resistencia para cada muestra son: M-1: 208.77 kg/cm<sup>2</sup>, M-2: 209.17 kg/cm<sup>2</sup>, M-3: 209.8 kg/cm<sup>2</sup>, M-4: 209.87 kg/cm<sup>2</sup>, y M-5: 208.22 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 20**

Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto + escoria negra al 2%.



La Figura 20 ilustra el porcentaje de resistencia alcanzada en 14 días para el concreto con la adición de un 2% de escoria negra. Los valores específicos de resistencia alcanzada para cada muestra son: M-1: 99.42%, M-2: 99.61%, M-3: 99.91%, M-4: 99.94%, y M-5: 99.15%, con una media de 99.60%, de las muestras analizadas.

### 1 Prueba en 28 días

**Tabla 20**

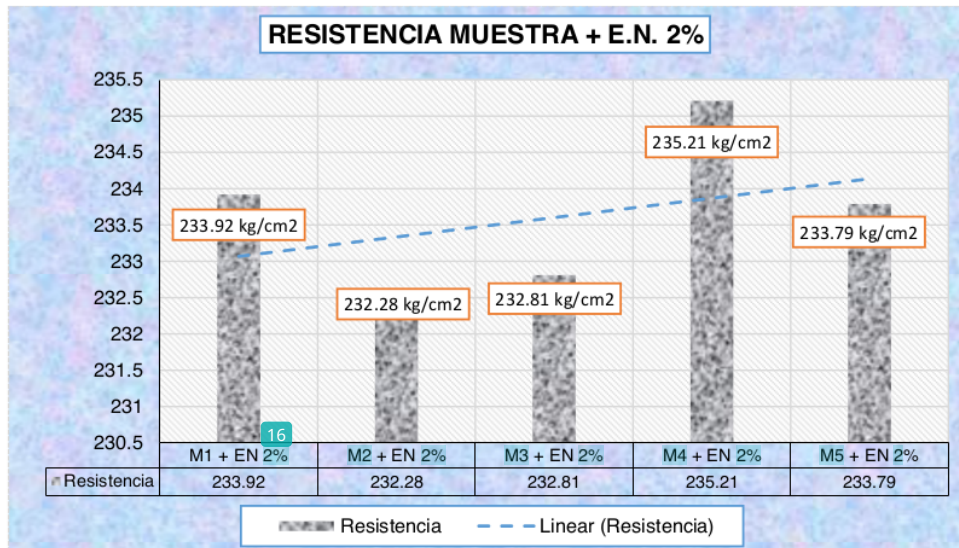
Resistencia del concreto + escoria negra al 2%.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + EN 2%	41392	233.92	28	233.60 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + EN 2%	41102	232.28	28	
M3 + EN 2%	41032	232.81	28	
M4 + EN 2%	41455	235.21	28	
M5 + EN 2%	41369	233.79	28	

La Tabla 20 presenta los efectos de la fuerza del concreto + adición de un 2% de escoria negra, evaluada a los 28 días. Cinco muestras (M1 + EN 2%) fueron analizadas, resultando en un promedio de resistencia de 233.60 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 21**

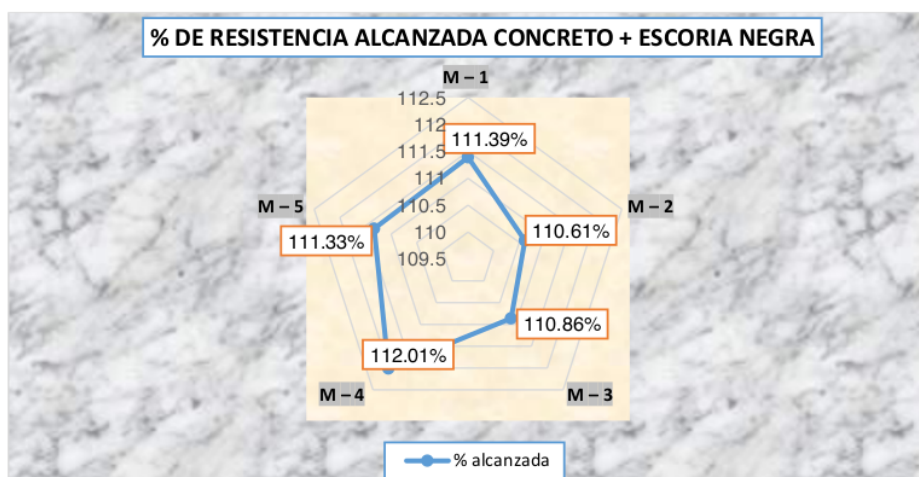
*Resistencia lograda en 28 días, del concreto + escoria negra al 2%.*



La Figura 21 muestra la resistencia lograda en 28 días del concreto + adición de un 2% de escoria negra. Los valores de resistencia para cada muestra son: M-1: 233.92 kg/cm<sup>2</sup>, M-2: 232.28 kg/cm<sup>2</sup>, M-3: 232.81 kg/cm<sup>2</sup>, M-4: 235.21 kg/cm<sup>2</sup>, y M-5: 233.79 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 22**

Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto + escoria negra al 2%.



La Figura 22 ilustra el porcentaje de resistencia lograda en 14 días para el concreto con la adición de un 2% de escoria negra. Los valores específicos de resistencia alcanzada para cada muestra son: M-1: 111.39%, M-2: 110.61%, M-3: 110.86%, M-4: 112.01%, y M-5: 111.33%, con una media de 111.24%, de las muestras analizadas.

#### 4.1.2.3 Concreto + Escoria negra 4%.

##### Prueba a los 7 días

**Tabla 21**

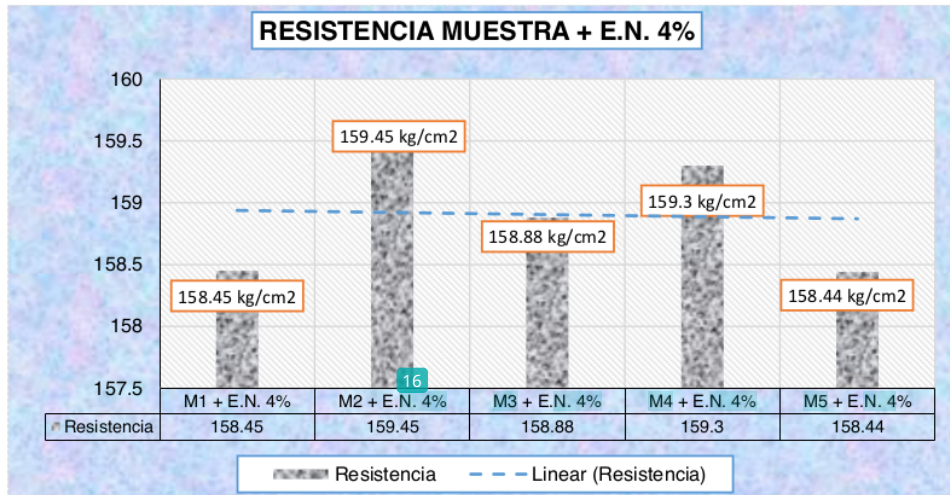
Resistencia del concreto + escoria negra al 4%.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + E.N. 4%	28037	158.45	7	158.90 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + E.N. 4%	28102	159.45	7	
M3 + E.N. 4%	28001	158.88	7	
M4 + E.N. 4%	28075	159.30	7	
M5 + E.N. 4%	28036	158.44	7	

La Tabla 21 presenta los rendimientos de la resistencia del concreto con la adición de un 4% de escoria negra, evaluada en 7 días. Cinco muestras fueron analizadas, resultando en un promedio de resistencia de 158.90 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 23**

*Resistencia lograda en 7 días, del concreto + escoria negra al 4%.*

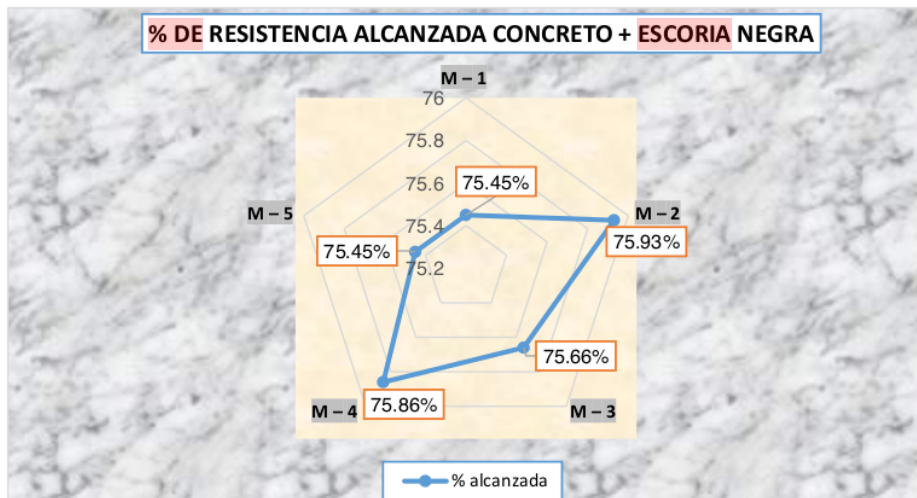


6

La Figura 23 ilustra la resistencia del concreto con una adición del 4% de escoria negra, evaluada a los 7 días. En el gráfico de barras se muestran las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían ligeramente entre 158.44 kg/cm<sup>2</sup> y 159.45 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 24**

*Porcentaje de resistencia alcanzada a los 7 días, concreto + escoria negra al 4%.*



La Figura 24 presenta un gráfico de radar que <sup>1</sup> muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto con una adición del 4% de escoria negra, evaluada en 7 días. Los valores de resistencia para cinco muestras (M1 a M5) se encuentran en un rango estrecho, con porcentajes que van desde 75.45% hasta 75.93%, con una media de 75.67%, de las muestras analizadas.

### <sup>1</sup> Prueba en 14 días

**Tabla 22**

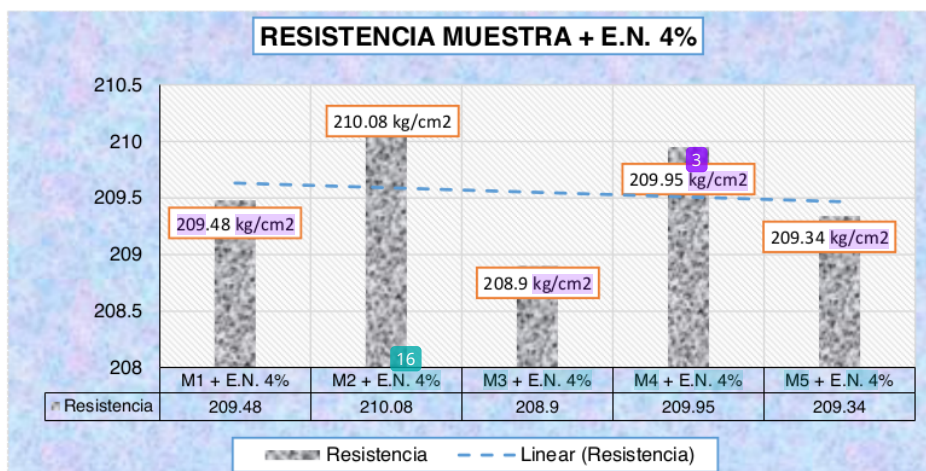
*Resistencia del concreto + escoria negra al 4%.*

DESCRIP.	<sup>1</sup> CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + E.N. 4%	36920	209.48	14	209.55 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + E.N. 4%	37026	210.08	14	
M3 + E.N. 4%	36965	208.90	14	
M4 + E.N. 4%	37002	209.95	14	
<sup>3</sup> M5 + E.N. 4%	36895	209.34	14	

La Tabla 22 presenta los efectos de la resistencia del concreto + adición de un 4% de escoria negra, evaluada a los 14 días. Cinco muestras fueron analizadas, resultando en <sup>1</sup> un promedio de resistencia de 209.55 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 25**

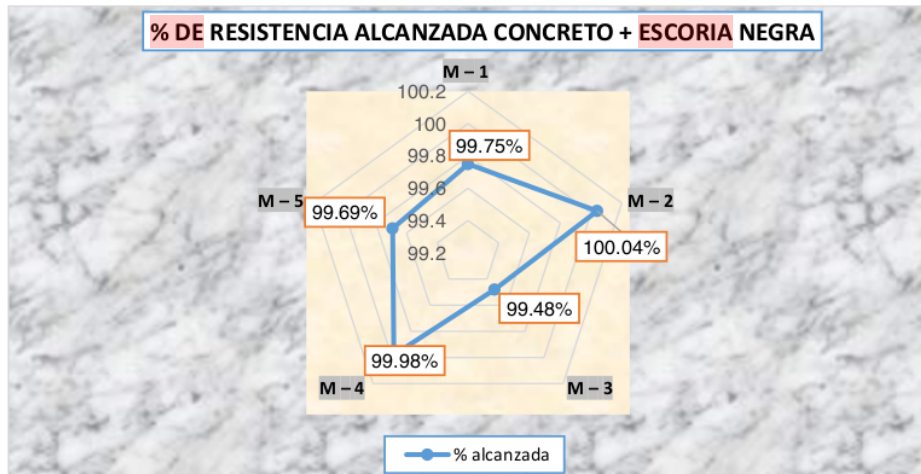
*Resistencia lograda en 14 días, del concreto + escoria negra al 4%.*



La Figura 25 ilustra la resistencia del concreto con una adición del 4% de escoria negra, evaluada en 14 días. En el gráfico de barras se muestran las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían ligeramente entre 208.9 kg/cm<sup>2</sup> y 210.08 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 26**

1 **Porcentaje de resistencia alcanzada a los 14 días, concreto + escoria negra al 4%.**



La Figura 26 presenta un gráfico de radar que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto con una adición del 4% de escoria negra, evaluada en 14 días. Los valores se encuentran en un rango estrecho, con porcentajes que van desde 99.48% hasta 100.04%, con una media de 99.79%, de las muestras analizadas.

1 **Prueba en 28 días**

**Tabla 23**

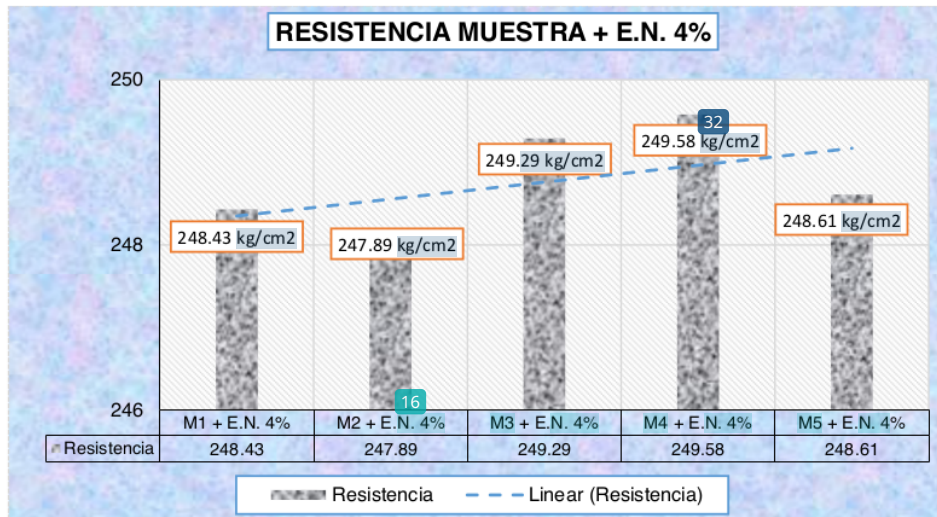
1 **Resistencia del concreto + escoria negra al 4%.**

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + E.N. 4%	43959	248.43	28	248.76 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + E.N. 4%	43865	247.89	28	
M3 + E.N. 4%	43936	249.29	28	
M4 + E.N. 4%	43987	249.58	28	
M5 + E.N. 4%	43991	248.61	28	

<sup>3</sup> La Tabla 23 presenta los efectos de la resistencia del concreto + adición de un 4% de escoria negra, evaluada a los 28 días. Cinco muestras fueron analizadas, resultando en <sup>1</sup> un promedio de resistencia de 248.76 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 27**

*Resistencia lograda en 28 días, del concreto + escoria negra al 4%.*

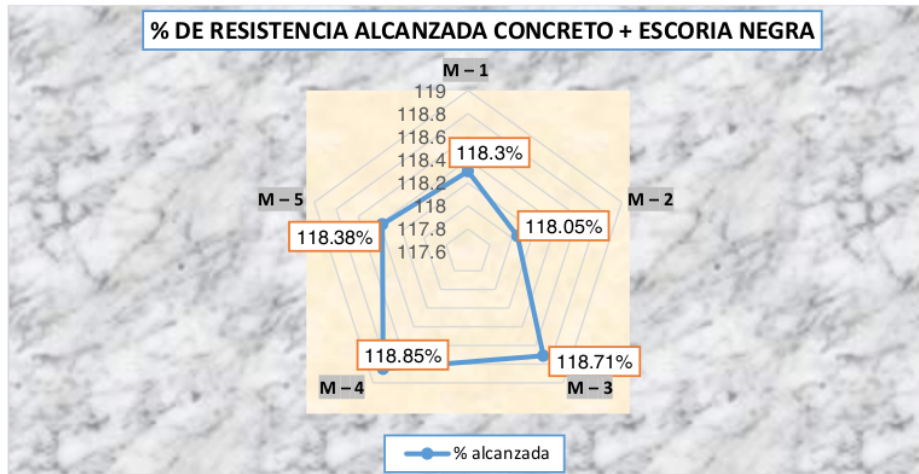


<sup>6</sup> La Figura 27 ilustra la resistencia del concreto con una adición del 4% de escoria negra, evaluada en 28 días. En el gráfico de barras se muestran las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían ligeramente entre 247.89 kg/cm<sup>2</sup> y 249.58 kg/cm<sup>2</sup>.

57

Figura 28

Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto + escoria negra al 4%.



La Figura 28 presenta un gráfico de radar que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto con una adición del 4% de escoria negra, evaluada en 28 días. Los valores se encuentran en un rango estrecho, con porcentajes que van desde 118.05% hasta 118.85%, con una media de 118.46%, de las muestras analizadas.

#### 4.1.2.4 Concreto + Escoria negra 6%.

##### Prueba en 7 días

Tabla 24

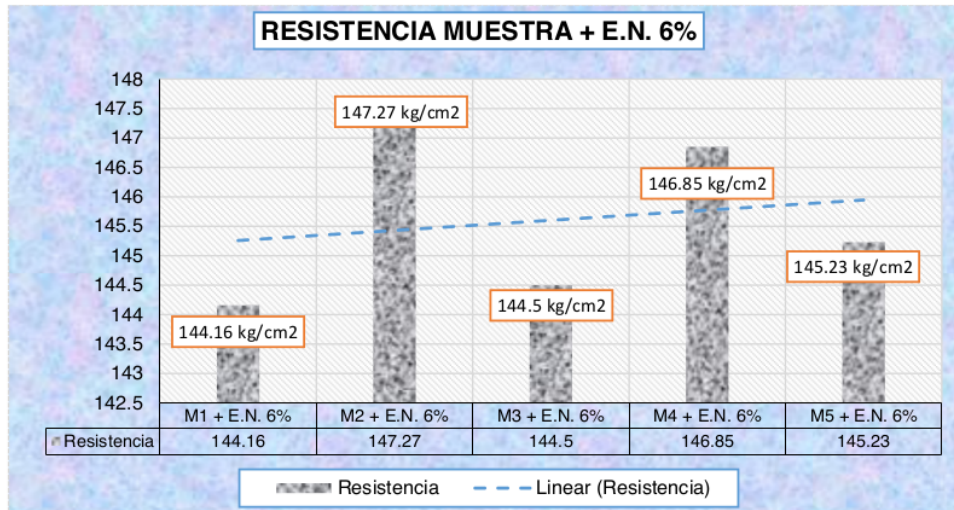
Resistencia del concreto + escoria negra al 6%.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + E.N. 6%	25509	144.16	7	145.60 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + E.N. 6%	25956	147.27	7	
M3 + E.N. 6%	25468	144.50	7	
M4 + E.N. 6%	25881	146.85	7	
M5 + E.N. 6%	25699	145.23	7	

La Tabla 24 presenta los rendimientos de la resistencia del concreto con la adición de un 6% de escoria negra, evaluada en 7 días. Cinco muestras fueron analizadas, resultando en un promedio de rotura de 145.60 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 29**

Resistencia lograda en 7 días, del concreto + escoria negra al 6%.

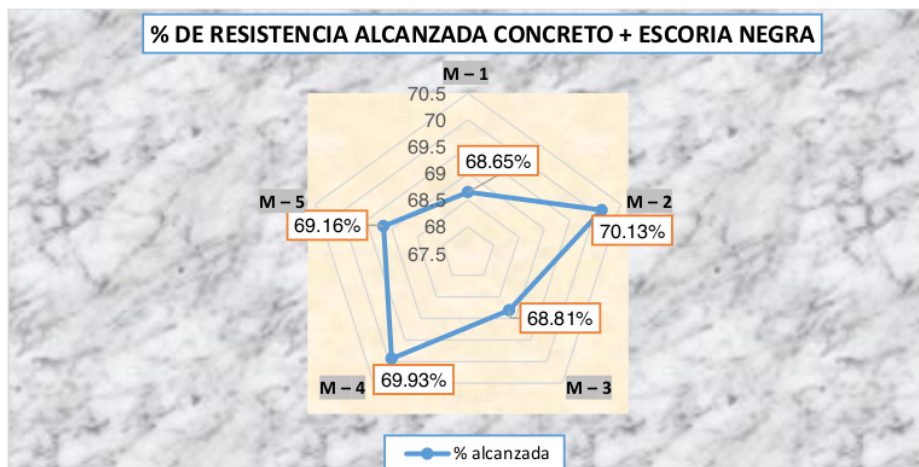


6

La Figura 29 ilustra la resistencia del concreto con una adición del 6% de escoria negra, evaluada en 7 días. En el gráfico de barras se muestran las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían ligeramente entre 144.16 kg/cm<sup>2</sup> y 147.27 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 30**

Porcentaje de resistencia lograda en 7 días, concreto + escoria negra al 6%.



La Figura 30 presenta un gráfico de radar que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto + adición del 6% de escoria negra, evaluada a los 7 días. Los valores de resistencia para cinco muestras (M1 a M5) se encuentran en un rango estrecho, con porcentajes que van desde 68.65% hasta 70.13%, con una media de 69.34%, de las muestras analizadas.

### 1 Prueba en 14 días

**Tabla 25**

*Resistencia del concreto + escoria negra al 6%.*

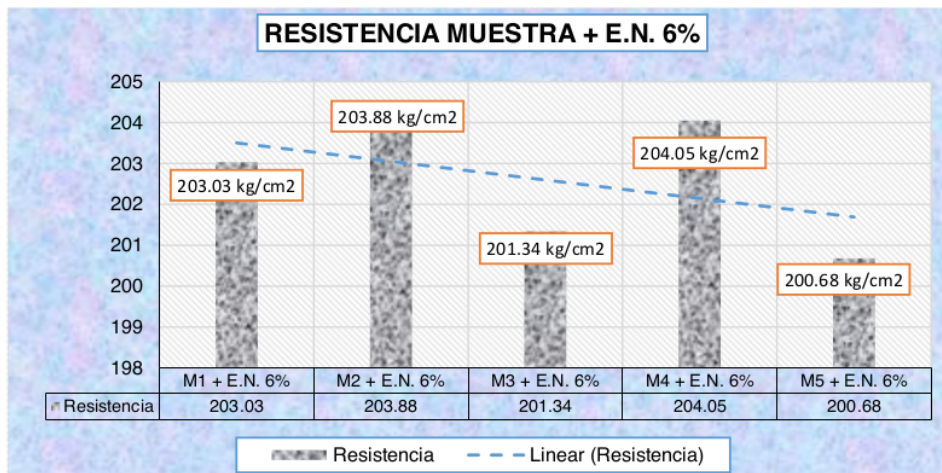
DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + E.N. 6%	35782	203.03	14	202.59 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + E.N. 6%	35932	203.88	14	
M3 + E.N. 6%	35628	201.34	14	
M4 + E.N. 6%	35962	204.05	14	
M5 + E.N. 6%	35368	200.68	14	

*Nota. Laboratorio*

La Tabla 25 presenta los rendimientos de la resistencia del concreto + adición de un 6% de escoria negra, evaluada a los 14 días. Cinco muestras fueron analizadas, resultando en un promedio de resistencia de 202.59 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 31**

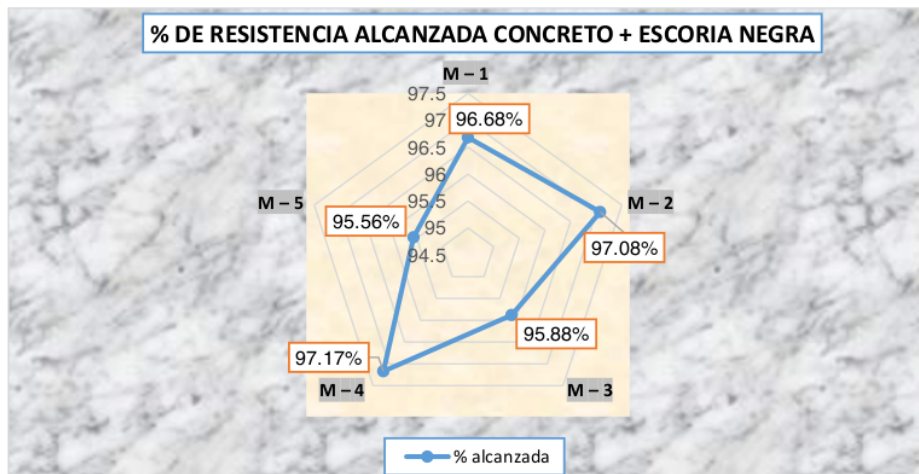
*Resistencia lograda en 14 días, del concreto + escoria negra al 6%.*



La Figura 31 ilustra la resistencia del concreto con una adición del 6% de escoria negra, evaluada en 14 días. En el gráfico de barras se muestran las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían ligeramente entre 200.68 kg/cm<sup>2</sup> y 204.05 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 32**

*Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto + escoria negra al 6%.*



La Figura 32 presenta un gráfico de radar que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto con una adición del 6% de escoria negra, evaluada a los 14 días. Los valores se encuentran en un rango estrecho, con porcentajes que van desde 95.56% hasta 97.17%, con una media de 96.47%, de las muestras analizadas.

### **1** Prueba en 28 días

**Tabla 26**

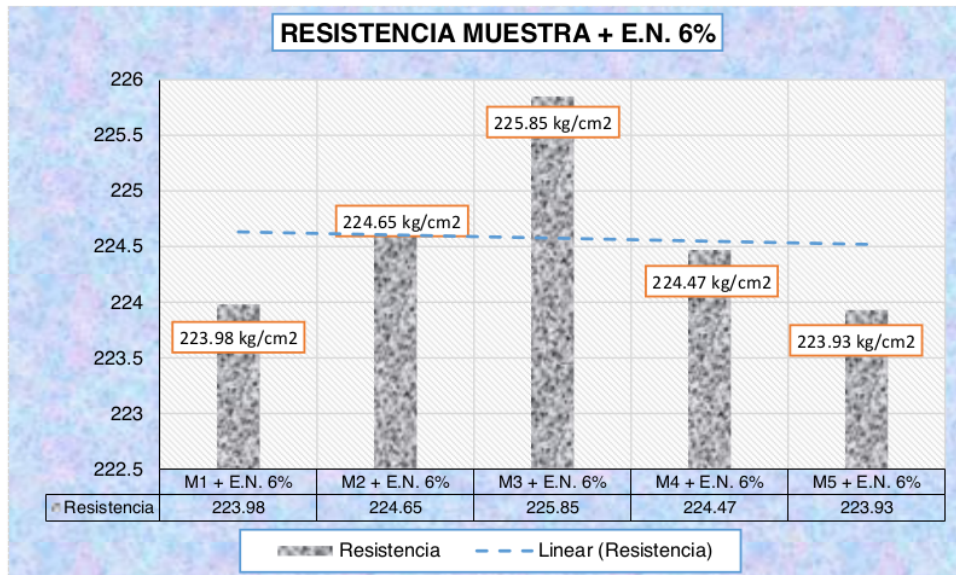
*Resistencia del concreto + escoria negra al 6%.*

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + E.N. 6%	39633	223.98	28	224.58 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + E.N. 6%	39752	224.65	28	
M3 + E.N. 6%	39805	225.85	28	
M4 + E.N. 6%	39562	224.47	28	
M5 + E.N. 6%	39625	223.93	28	

3 La Tabla 25 presenta los efectos de la resistencia del concreto + adición de un 6% de escoria negra, evaluada a los 28 días. Cinco muestras fueron analizadas, resultando en un promedio de resistencia de 224.58 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 33**

*Resistencia lograda en 28 días, del concreto + escoria negra al 6%.*



6 La Figura 33 ilustra la resistencia del concreto con una adición del 6% de escoria negra, evaluada en 28 días. En el gráfico de barras se muestran las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían ligeramente entre 223.93 kg/cm<sup>2</sup> y 225.85 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 34**

**1** *Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto + escoria negra al 6%.*



**4** La Figura 34 muestra un gráfico de radar que representa el porcentaje de resistencia alcanzada en 28 días en una mezcla de concreto con escoria negra al 6%. En el gráfico, los diferentes puntos marcados como M=1 a M=5 indican variaciones en la mezcla, y los valores numéricos reflejan los porcentajes de resistencia obtenidos. La línea que une estos puntos demuestra fluctuaciones leves entre 106.63% y 107.55%, alcanzando un máximo de 106.98% en M=2.

#### 4.1.2.5 Concreto + Polvo de granito **1** 1%.

##### Prueba en 7 días

**Tabla 27**

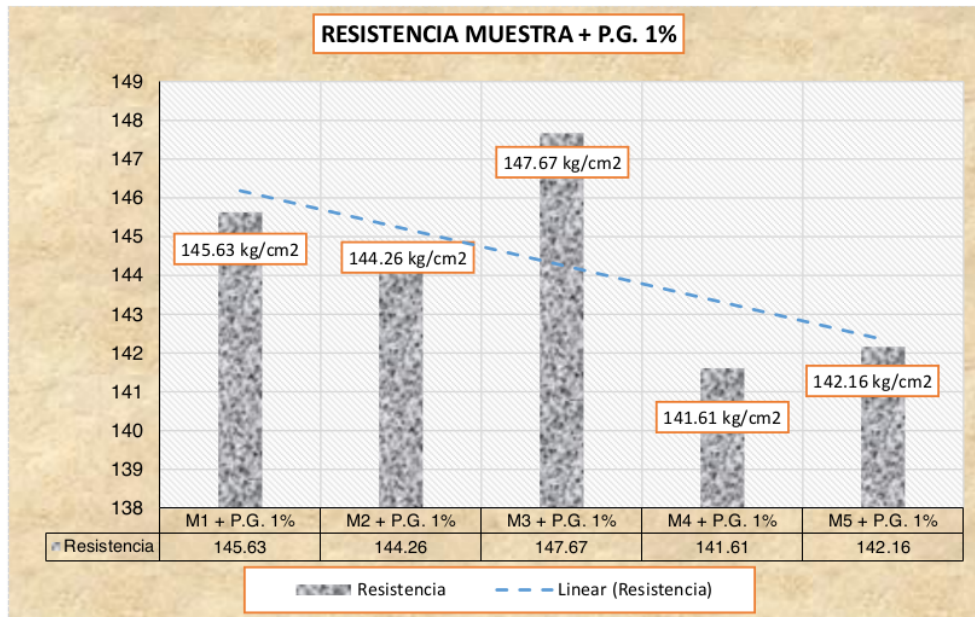
*Resistencia del concreto + polvo de granito al 1%.*

DESCRIP.	<b>1</b> CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + P.G. 1%	25769	145.63	7	144.26 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + P.G. 1%	25425	144.26	7	
M3 + P.G. 1%	26025	147.67	7	
M4 + P.G. 1%	24958	141.61	7	
M5 + P.G. 1%	25155	142.16	7	

4 La Tabla 27 presenta los rendimientos del ensayo de resistencia del concreto con una adición del 1% de polvo de granito en 7 días consolidación. Las cinco muestras ensayadas (M1 a M5) presentan una rotura promedio de 144.26 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 35**

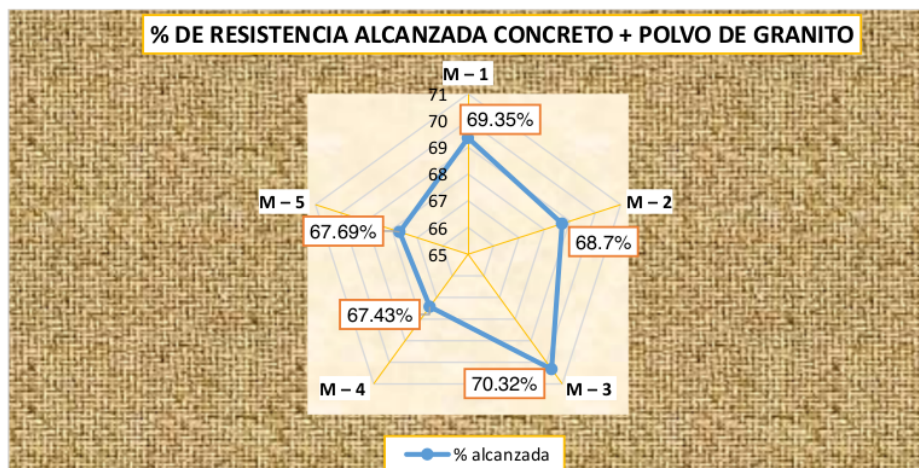
*Resistencia lograda en 7 días, del concreto + polvo de granito al 1%.*



La Figura 35 muestra la resistencia obtenida en 7 días para diferentes muestras de concreto con un 1% de polvo de granito (P.G.). Las barras representan la resistencia alcanzada en kg/cm<sup>2</sup>, con valores que oscilan entre 141.61 y 147.67 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia máxima fue obtenida en la muestra M3 con 147.67 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la mínima fue en M4 con 141.61 kg/cm<sup>2</sup>. La línea azul discontinua representa la tendencia lineal decreciente de la resistencia entre las muestras.

**Figura 36**

Porcentaje de resistencia lograda en 7 días, concreto + polvo de granito al 1%.



La Figura 36 presenta un gráfico de radar que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto con una adición del 1% de polvo de granito, evaluada a los 7 días. Los valores de resistencia para las cinco muestras (M1 a M5) se representan como porcentajes, variando desde 67.43% hasta 70.32%, con una media de 68.70%, de las muestras analizadas.

### Prueba en 14 días

**Tabla 28**

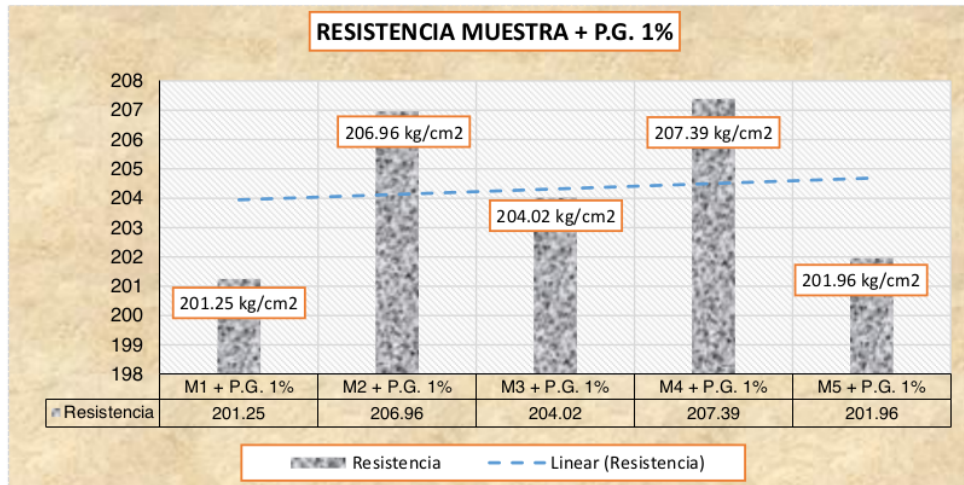
Resistencia del concreto + polvo de granito al 1%.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + P.G. 1%	35611	201.25	14	204.32 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + P.G. 1%	36622	206.96	14	
M3 + P.G. 1%	35958	204.02	14	
M4 + P.G. 1%	36551	207.39	14	
M5 + P.G. 1%	35736	201.96	14	

La Tabla 28 presenta los rendimientos del ensayo de resistencia del concreto + adición del 1% de polvo de granito en 14 días consolidación. Las cinco muestras ensayadas (M1 a M5) presentan una rotura promedio de 204.32 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 37**

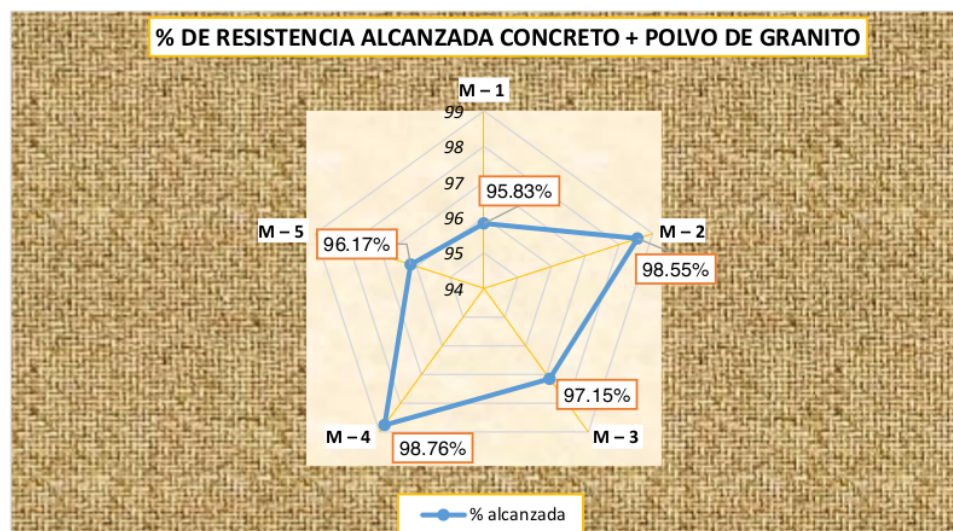
Resistencia lograda en 14 días, del concreto + polvo de granito al 1%.



La Figura 37 muestra un gráfico de barras que representa la resistencia del concreto + adición del 1% de polvo de granito, evaluada en 14 días. Se presentan las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían desde 201.25 kg/cm<sup>2</sup> hasta 207.39 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia promedio de las muestras es de 204.32 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 38**

Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto + polvo de granito al 1%.



La Figura 38 presenta un gráfico de radar que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto + adición del 1% de polvo de granito, evaluada en 14 días. Los valores de resistencia para las cinco muestras (M1 a M5) se representan como porcentajes, variando desde 95.83% hasta 98.76%, con una media de 97.29%, de las muestras analizadas.

### 1 Prueba en 28 días

**Tabla 29**

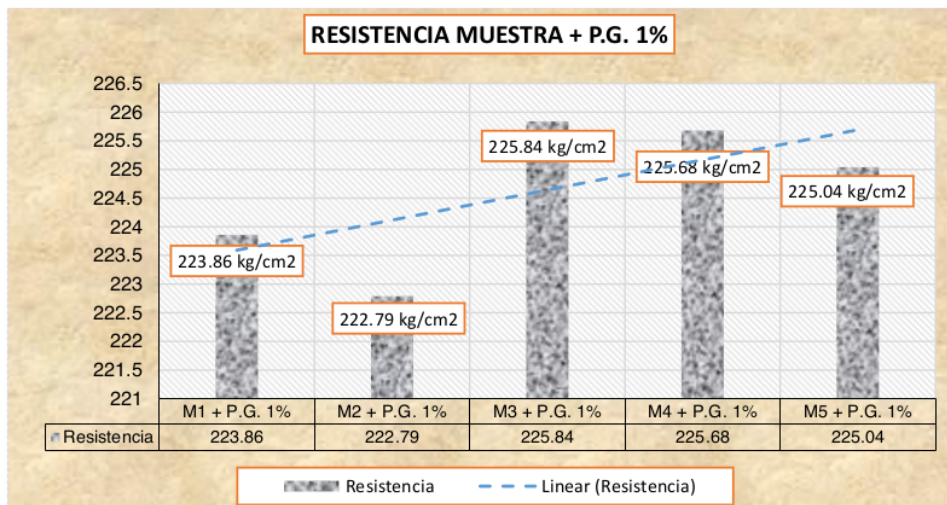
*Resistencia del concreto + polvo de granito al 1%.*

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + P.G. 1%	39612	223.86	28	224.64 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + P.G. 1%	39265	222.79	28	
M3 + P.G. 1%	39802	225.84	28	
M4 + P.G. 1%	39775	225.68	28	
M5 + P.G. 1%	39821	225.04	28	

La Tabla 29 presenta los rendimientos del ensayo de resistencia del concreto + adición del 1% de polvo de granito en 28 días consolidación. Las cinco muestras ensayadas presentan una rotura promedio de 224.64 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 39**

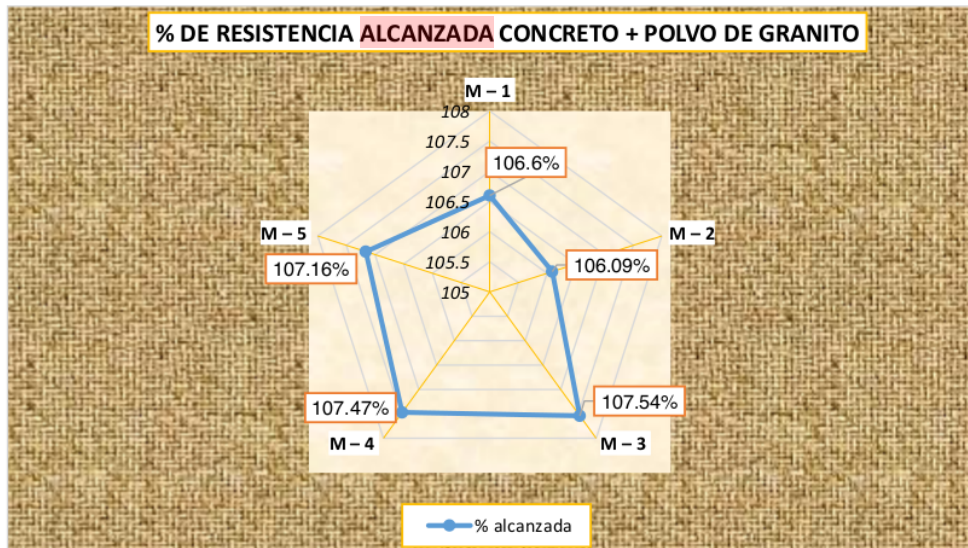
*Resistencia lograda en 28 días, del concreto + polvo de granito al 1%.*



**1** La Figura 39 muestra un gráfico de barras que representa la resistencia del concreto + adición del 1% de polvo de granito, evaluada en 28 días. Se presentan las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían desde 222.79 kg/cm<sup>2</sup> hasta 225.84 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia promedio de las muestras es de 224.64 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Figura 40

**1** Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto + polvo de granito al 1%.



La Figura 40 presenta un gráfico de radar que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto + adición del 1% de polvo de granito, evaluada en 28 días. Los valores de resistencia para las cinco muestras (M1 a M5) se representan como porcentajes, variando desde 106.09% hasta 107.54%, con una media de 106.97%, de las muestras analizadas.

#### 4.1.2.6 Concreto + Polvo de granito 3%.

**3** Prueba en 7 días

**Tabla 30**

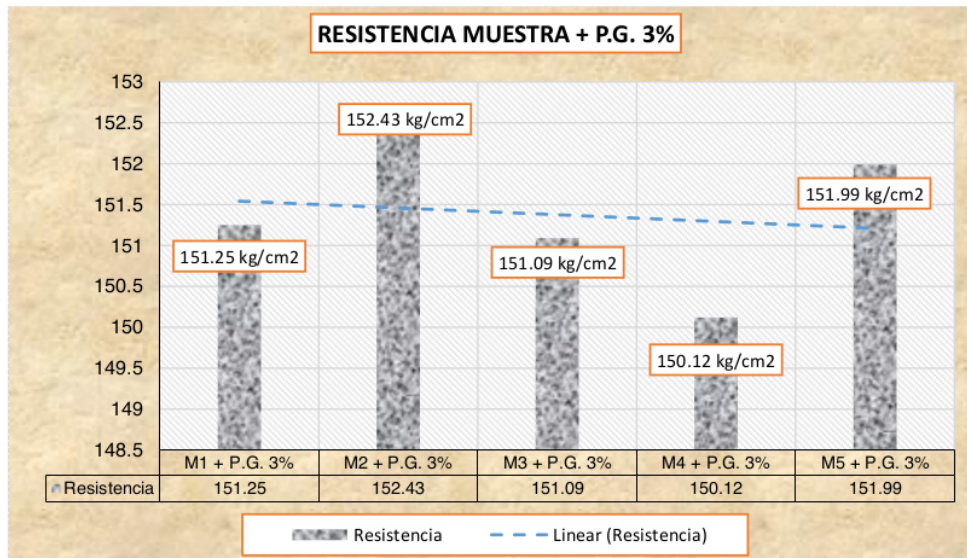
*Resistencia del concreto + polvo de granito al 3%.*

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + P.G. 3%	26763	151.25	7	151.38 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + P.G. 3%	26865	152.43	7	
M3 + P.G. 3%	26628	151.09	7	
M4 + P.G. 3%	26458	150.12	7	
M5 + P.G. 3%	26895	151.99	7	

La Tabla 30 presenta los rendimientos del ensayo de resistencia del concreto con una adición del 3% de polvo de granito en 7 días consolidación. Las cinco muestras ensayadas (M1 a M5) presentan una rotura promedio de 151.38 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 41**

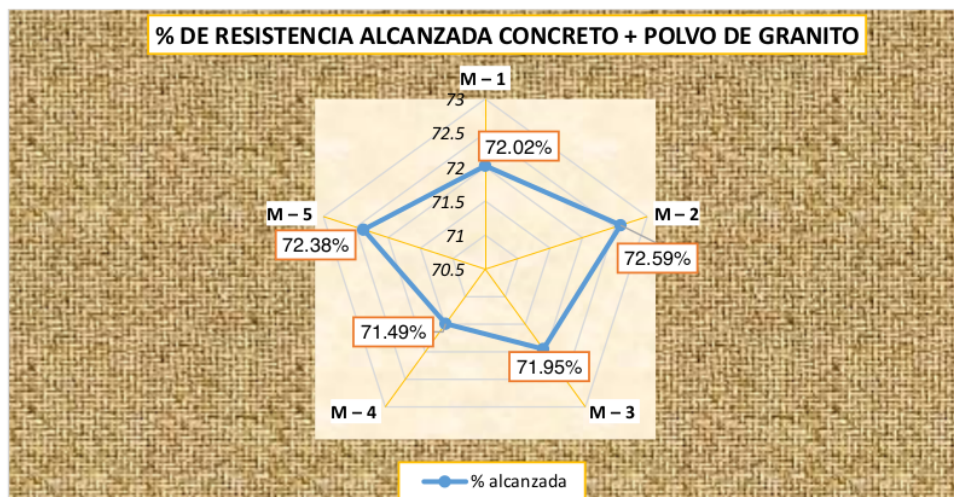
*Resistencia lograda en 7 días, del concreto + polvo de granito al 3%.*



La Figura 41 muestra un gráfico de barras que representa la resistencia del concreto + adición del 3% de polvo de granito, evaluada en 7 días. Se presentan las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían desde 150.12 kg/cm<sup>2</sup> hasta 152.43 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia promedio de las muestras es de 151.38 kg/cm<sup>2</sup>.

Figura 42

Porcentaje de resistencia lograda en 7 días, concreto + polvo de granito al 3%.



La Figura 42 presenta un gráfico de radar que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto + adición del 3% de polvo de granito, evaluada en 7 días. Los valores de resistencia para las cinco muestras (M1 a M5) se representan como porcentajes, variando desde 71.49% hasta 72.59%, con una media de 72.08%, de las muestras analizadas.

### Prueba en 14 días

Tabla 31

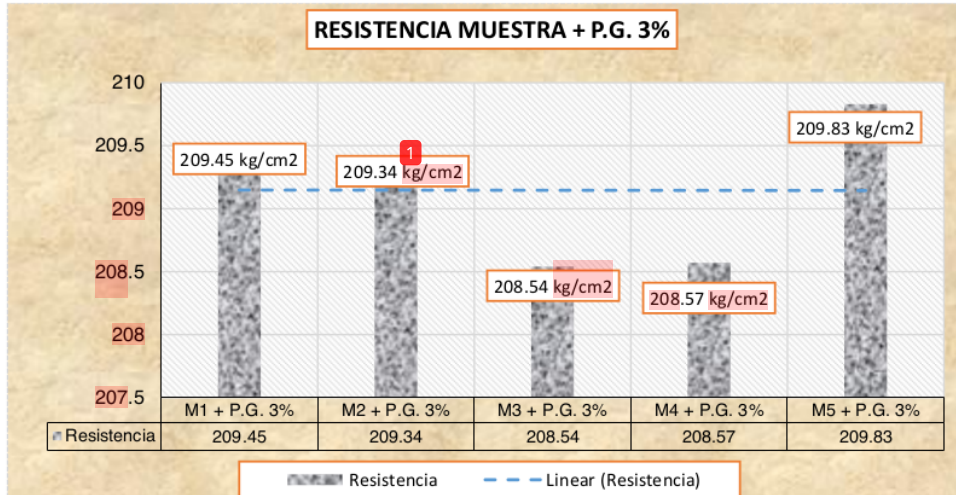
Resistencia del concreto + polvo de granito al 3%.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + P.G. 3%	36915	209.45	14	209.15 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + P.G. 3%	36895	209.34	14	
M3 + P.G. 3%	36902	208.54	14	
M4 + P.G. 3%	36759	208.57	14	
M5 + P.G. 3%	36982	209.83	14	

La Tabla 31 presenta los rendimientos del ensayo de resistencia del concreto + adición del 3% de polvo de granito en 14 días consolidación. Las cinco muestras ensayadas (M1 a M5) presentan una rotura promedio de 209.15 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 43**

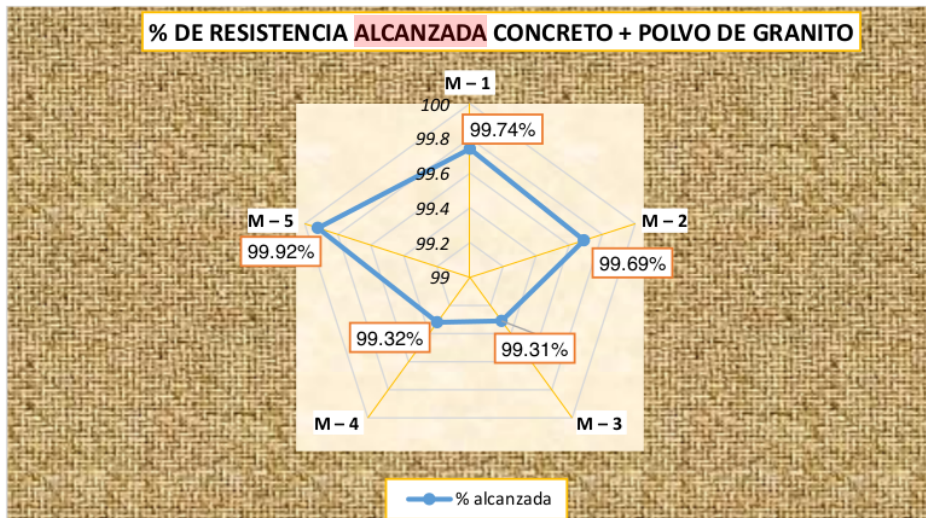
Resistencia lograda en 14 días, del concreto + polvo de granito al 3%.



1 La Figura 43 muestra un gráfico de barras que representa la resistencia del concreto + adición del 3% de polvo de granito, evaluada en 14 días. Se presentan las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían desde 208.54 kg/cm² hasta 208.57 kg/cm². La resistencia promedio de las muestras es de 209.15 kg/cm².

**Figura 44**

Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto + polvo de granito al 3%.

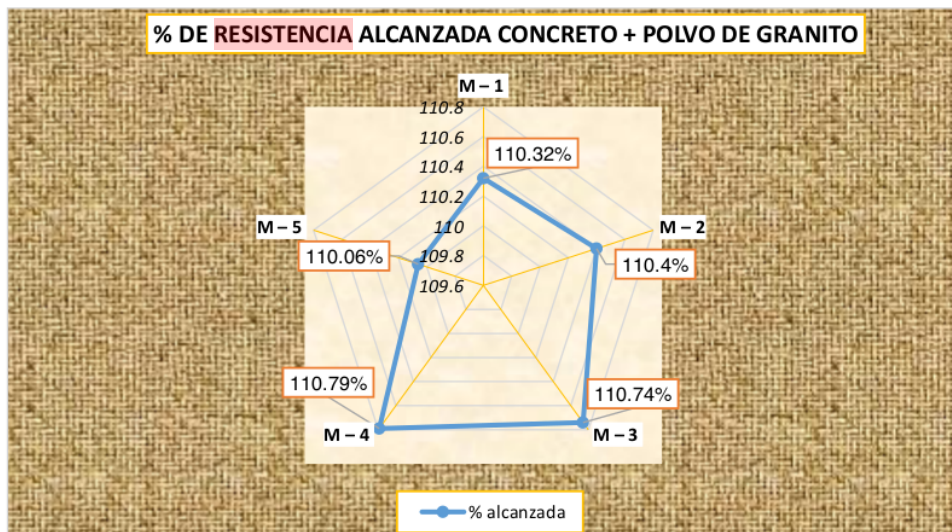




**1** La Figura 45 muestra un gráfico de barras que representa la resistencia del concreto con una adición del 3% de polvo de granito, evaluada en 28 días. Se presentan las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían desde 231.13 kg/cm<sup>2</sup> hasta 232.65 kg/cm<sup>2</sup>. La rotura promedio de las muestras es de 231.97 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 46**

**1** *Porcentaje de resistencia lograda en 28 días, concreto + polvo de granito al 3%.*



La Figura 46 presenta un gráfico de radar que **1** muestra el porcentaje de resistencia **5** alcanzada por el concreto con una adición del 3% de polvo de granito, evaluada a los 28 días. Los valores de resistencia para las cinco muestras (M1 a M5) se representan como porcentajes, variando desde 110.06% hasta 110.79%, con una media de 110.46%, de las muestras analizadas.

#### 4.1.2.7 Concreto + Polvo de granito 5%.

##### Prueba en 7 días

**Tabla 33**

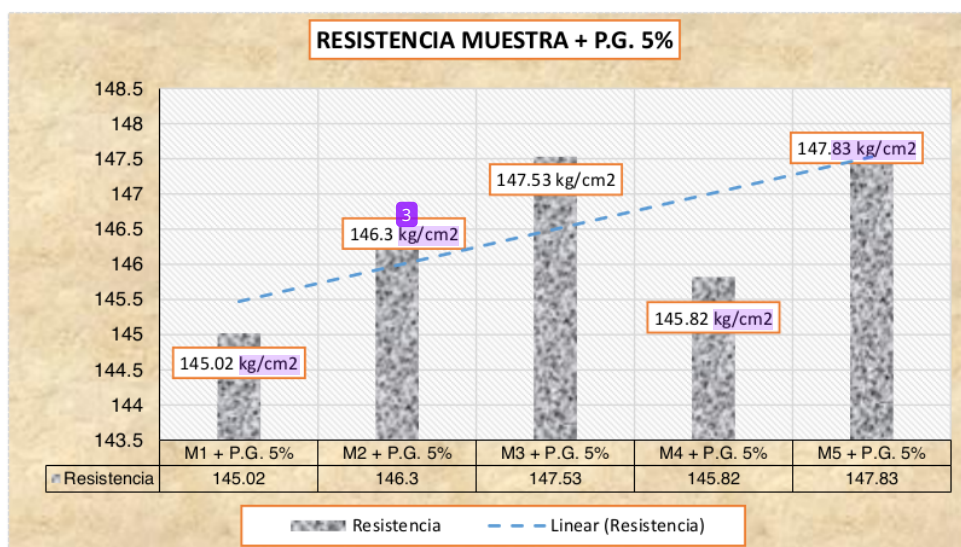
*Resistencia del concreto + polvo de granito al 5%.*

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + P.G. 5%	25661	145.02	7	146.50 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + P.G. 5%	25785	146.30	7	
M3 + P.G. 5%	26002	147.53	7	
M4 + P.G. 5%	25802	145.82	7	
M5 + P.G. 5%	26054	147.83	7	

La Tabla 33 presenta los rendimientos del ensayo de resistencia del concreto + adición del 5% de polvo de granito en 7 días consolidación. Las cinco muestras ensayadas (M1 a M5) presentan una rotura promedio de 146.50 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 47**

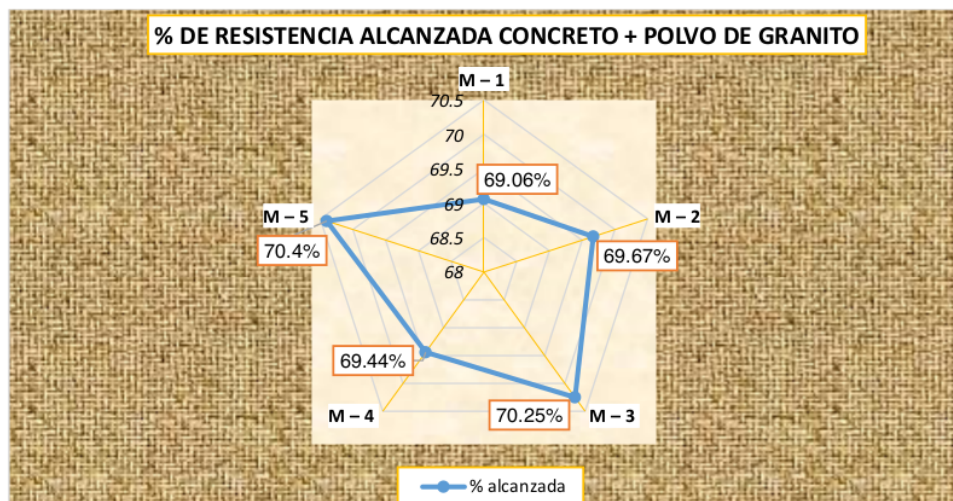
*Resistencia lograda en 7 días, del concreto + polvo de granito al 5%.*



La Figura 47 muestra un gráfico de barras que representa la resistencia del concreto + adición del 5% de polvo de granito, evaluada en 7 días. Se presentan las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían desde 145.02 kg/cm<sup>2</sup> hasta 147.83 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia promedio de las muestras es de 146.50 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 48**

Porcentaje de resistencia lograda en 7 días, concreto + polvo de granito al 5%.



La Figura 48 presenta un gráfico de radar que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto + adición del 5% de polvo de granito, evaluada en 7 días. Los valores de resistencia para las cinco muestras (M1 a M5) se representan como porcentajes, variando desde 69.06% hasta 70.40%, con una media de 69.79%, de las muestras analizadas.

### Prueba en 14 días

**Tabla 34**

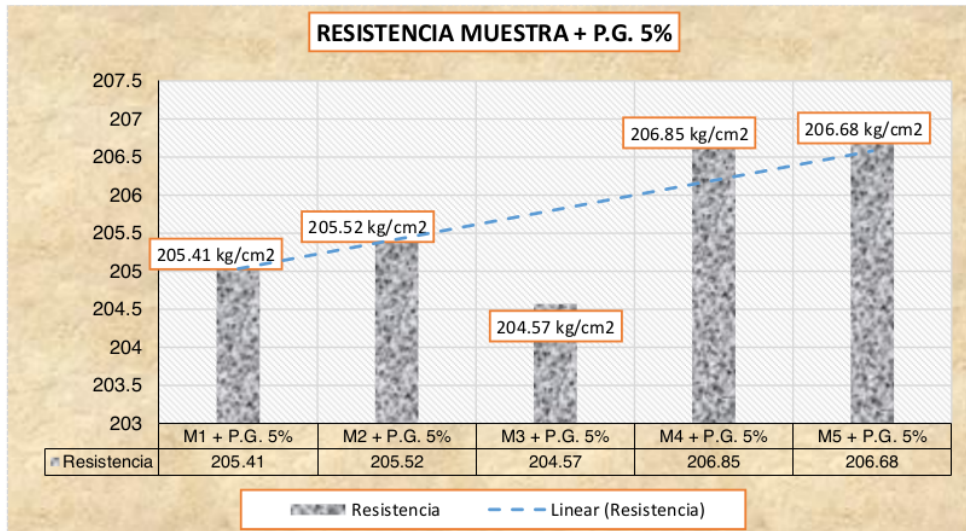
Resistencia del concreto + polvo de granito al 5%.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + P.G. 5%	36203	205.41	14	205.81 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + P.G. 5%	36221	205.52	14	
M3 + P.G. 5%	36199	204.57	14	
M4 + P.G. 5%	36602	206.85	14	
M5 + P.G. 5%	36426	206.68	14	

La Tabla 34 presenta los rendimientos del ensayo de resistencia del concreto + adición del 5% de polvo de granito en 14 días consolidación. Las cinco muestras ensayadas presentan una rotura promedio de 205.81 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 49**

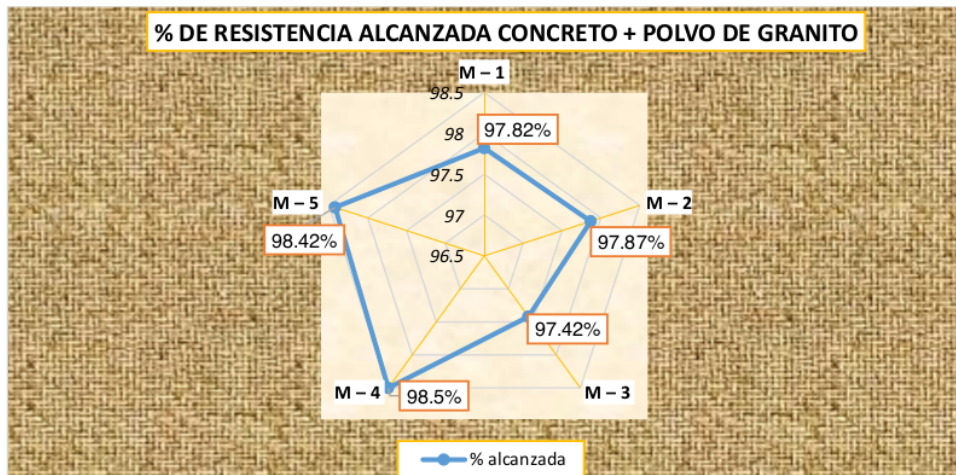
Resistencia lograda en 14 días, del concreto + polvo de granito al 5%.



La Figura 49 muestra un gráfico de barras que representa la resistencia del concreto + adición del 5% de polvo de granito, evaluada en 14 días. Se presentan las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían desde 204.57 kg/cm² hasta 206.85 kg/cm². La resistencia promedio de las muestras es de 205.81 kg/cm².

**Figura 50**

Porcentaje de resistencia lograda en 14 días, concreto + polvo de granito al 5%.



La Figura 50 presenta un gráfico de radar que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto + adición del 5% de polvo de granito, evaluada en 14 días. Los valores de resistencia para las cinco muestras (M1 a M5) se representan como porcentajes, variando desde 97.42% hasta 98.50%, con una media de 98.00%, de las muestras analizadas.

### Prueba en 28 días

**Tabla 35**

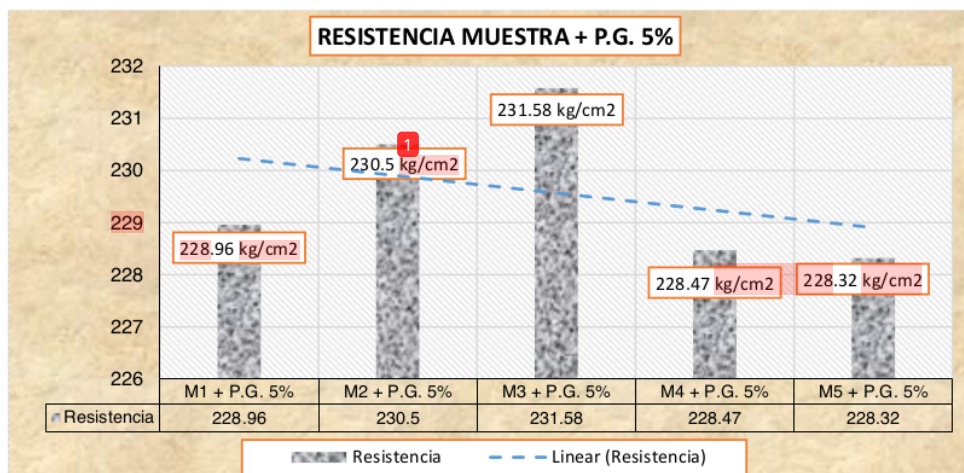
*Resistencia del concreto + polvo de granito al 5%.*

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
M1 + P.G. 5%	40353	228.96	28	229.57 kg/cm <sup>2</sup>
M2 + P.G. 5%	40625	230.50	28	
M3 + P.G. 5%	41032	231.58	28	
M4 + P.G. 5%	40266	228.47	28	
M5 + P.G. 5% <sup>24</sup>	40402	228.32	28	

La Tabla 35 presenta los rendimientos del ensayo de resistencia del concreto + adición del 5% de polvo de granito en 28 días consolidación. Las cinco muestras ensayadas presentan una rotura <sup>1</sup> promedio de 229.57 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 51**

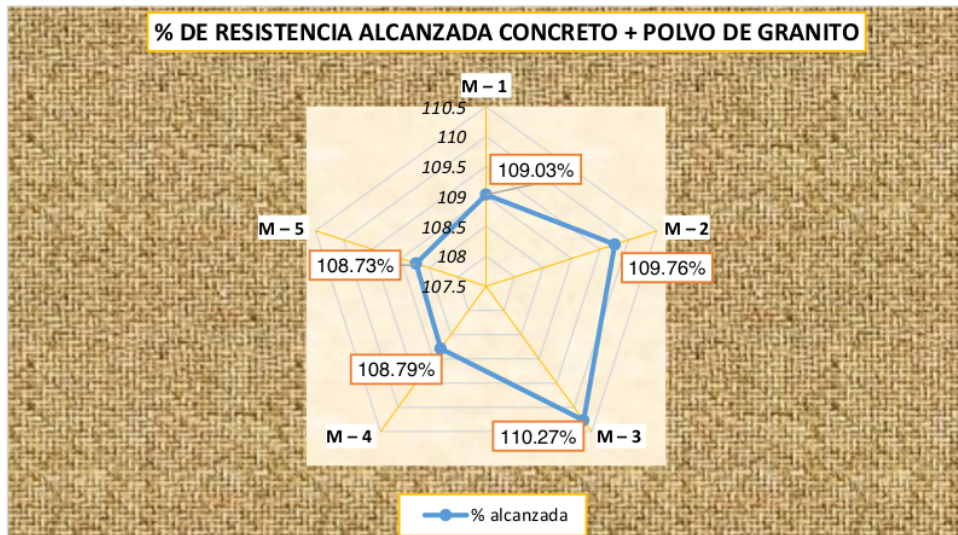
*Resistencia lograda en 28 días, del concreto + polvo de granito al 5%.*



**1** La Figura 51 muestra un gráfico de barras que representa la resistencia del concreto + adición del 5% de polvo de granito, evaluada en 28 días. Se presentan las resistencias individuales de cinco muestras (M1 a M5), las cuales varían desde 228.32 kg/cm<sup>2</sup> hasta 231.58 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia promedio de las muestras es de 229.57 kg/cm<sup>2</sup>.

### Figura 52

*Porcentaje de resistencia alcanzada a los 28 días, concreto + polvo de granito al 5%.*



La Figura 52 presenta un gráfico de radar que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto + adición del 5% de polvo de granito, evaluada en 28 días. Los valores de resistencia para las cinco muestras (M1 a M5) se representan como porcentajes, variando desde 108.73% hasta 110.27%, con una media de 109.32%, de las muestras analizadas.

#### 4.1.2.8 Comparación de resistencias del concreto en edades 7, 14 y 28 días

**Tabla 36**

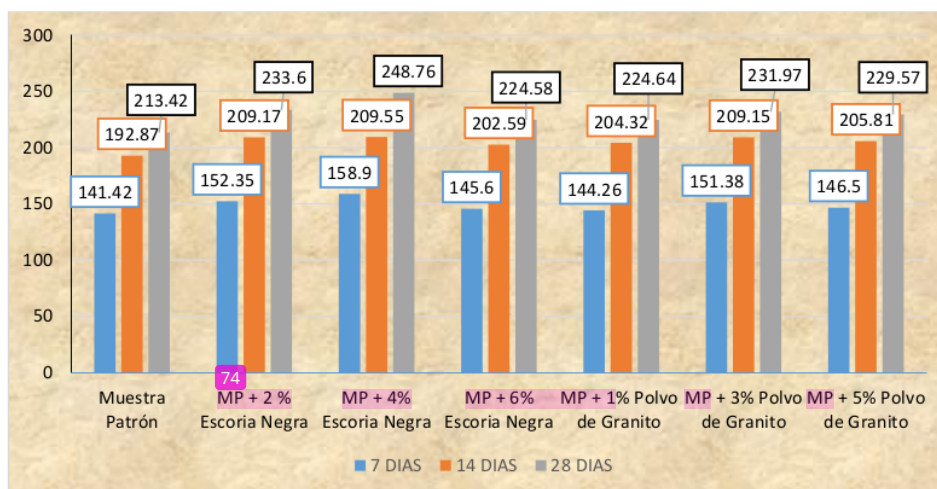
*Cuadro de resistencias obtenidas en diferentes periodos.*

ESPECÍMENES	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
Muestra Patrón	141.42	192.87	213.42
MP + 2 % Escoria Negra	152.35	209.17	233.60
MP + 4% Escoria Negra	158.90	209.55	248.76
MP + 6% Escoria Negra	145.60	202.59	224.58
MP + 1% Polvo de Granito	144.26	204.32	224.64
MP + 3% Polvo de Granito	151.38	209.15	231.97
MP + 5% Polvo de Granito	146.50	205.81	229.57

La Tabla 36 presenta un cuadro comparativo de las resistencias a la compresión alcanzadas por diferentes especímenes de concreto en tres edades distintas: 7 días, 14 días y 28 días. Se incluyen muestras patrón (MP) y muestras con adiciones de escoria negra y polvo de granito en distintos porcentajes. La muestra patrón tiene resistencias de 141.42 <sup>1</sup> kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 192.87 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, y 213.42 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Las muestras con escoria negra (2%, 4%, y 6%) muestran resistencias superiores a la muestra patrón en todos los casos, siendo la de 4% la más alta con 248.76 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Las muestras con polvo de granito (1%, 3%, y 5%) también superan a la muestra patrón, destacándose la de 3% con 231.97 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días.

**Figura 53**

*Comparativa de resistencias a distintas edades.*



La Figura 53 presenta un gráfico de barras paralelo de las resistencias a la compresión del concreto con diferentes adiciones de escoria negra y polvo de granito, evaluadas a los 7 días, 14 días y 28 días.

- ❖ Muestra Patrón: Muestra resistencias de 141.42 kg/cm<sup>2</sup> en 7 días, 192.87 kg/cm<sup>2</sup> en 14 días y 213.42 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días.
- ❖ MP + 2% Escoria Negra: Muestra resistencias de 152.35 kg/cm<sup>2</sup> en 7 días, 209.17 kg/cm<sup>2</sup> en 14 días y 233.60 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días.
- ❖ MP + 4% Escoria Negra: Muestra resistencias de 158.90 kg/cm<sup>2</sup> en 7 días, 209.55 kg/cm<sup>2</sup> en 14 días y 248.76 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días.
- ❖ MP + 6% Escoria Negra: Muestra resistencias de 145.60 kg/cm<sup>2</sup> en 7 días, 202.59 kg/cm<sup>2</sup> en 14 días y 224.58 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días.
- ❖ MP + 1% Polvo de Granito: Muestra resistencias de 144.26 kg/cm<sup>2</sup> en 7 días, 204.32 kg/cm<sup>2</sup> en 14 días y 224.64 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días.
- ❖ MP + 3% Polvo de Granito: Muestra resistencias de 151.38 kg/cm<sup>2</sup> en 7 días, 209.15 kg/cm<sup>2</sup> en 14 días y 231.97 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días.
- ❖ MP + 5% Polvo de Granito: Muestra resistencias de 146.50 kg/cm<sup>2</sup> en 7 días, 205.81 kg/cm<sup>2</sup> en 14 días y 229.57 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días.

El gráfico destaca cómo las adiciones de escoria negra y polvo de granito influyen en la mejora de la resistencia del concreto en diferentes edades, con incrementos más significativos observados a los 28 días.

#### **4.1.3 Resultados sobre la resistencia a compresión del concreto utilizando la combinación óptima de escoria negra y polvo de granito.**

Se hizo el análisis de la combinación de los dos elementos en sus porcentajes óptimos que alcanzaron mejores resultados a la resistencia a la compresión.

#### **Prueba en 7 días**

**Tabla 37**

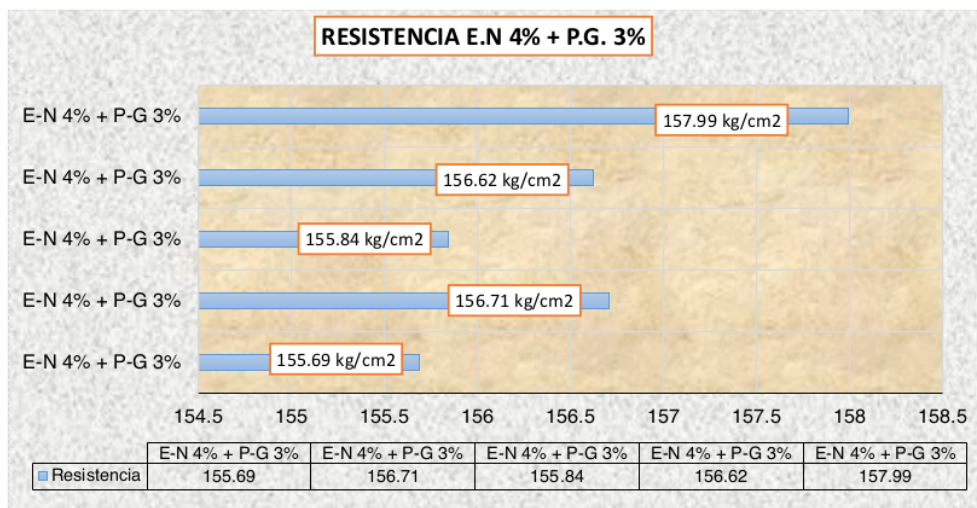
Resistencia del concreto con la combinación de escoria negra + polvo de granito.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
E-N 4% + P-G 3%	27549	155.69	7	156.57 kg/cm <sup>2</sup>
E-N 4% + P-G 3%	27620	156.71	7	
E-N 4% + P-G 3%	27465	155.84	7	
E-N 4% + P-G 3%	27603	156.62	7	
E-N 4% + P-G 3%	27956	157.99	7	

La Tabla 37 muestra los rendimientos del ensayo de resistencia del concreto con una combinación de 4% de escoria negra y 3% de polvo de granito, en 7 días de consolidación. Las cinco muestras ensayadas presentan un esfuerzo de rotura promedio de 156.57 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 54**

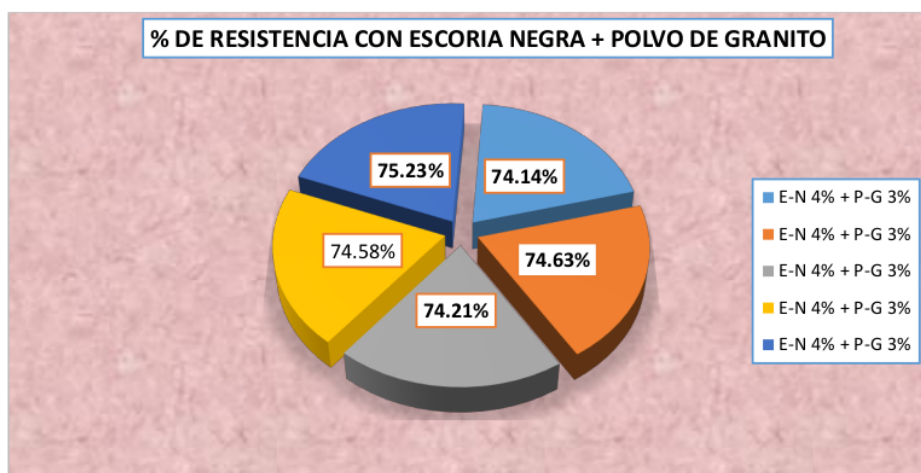
Resistencia a 7 días, del concreto con combinación de escoria negra y polvo de granito.



La Figura 54 muestra la resistencia del concreto con una combinación de 4% de escoria negra y 3% de polvo de granito, evaluada a los 7 días. Se presentan las resistencias individuales de cinco muestras (E-N 4% + P-G 3%), las cuales varían desde 155.69 kg/cm<sup>2</sup> hasta 157.99 kg/cm<sup>2</sup>. El gráfico ilustra la resistencia alcanzada por cada muestra, destacando una ligera variabilidad entre ellas. La resistencia promedio de las muestras es de 156.57 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 55**

Porcentaje de resistencia a 7 días, concreto con escoria negra y polvo de granito.



La Figura 55 presenta un gráfico circular que muestra el porcentaje de resistencia alcanzada por el concreto con una combinación de 4% de escoria negra y 3% de polvo de granito, evaluada a los 7 días. Los valores de porcentaje de resistencia para las cinco muestras (E-N 4% + P-G 3%) varían entre 74.14% y 75.23%, con una media de 74.56%, de las muestras analizadas.

### Prueba en 14 días

**Tabla 38**

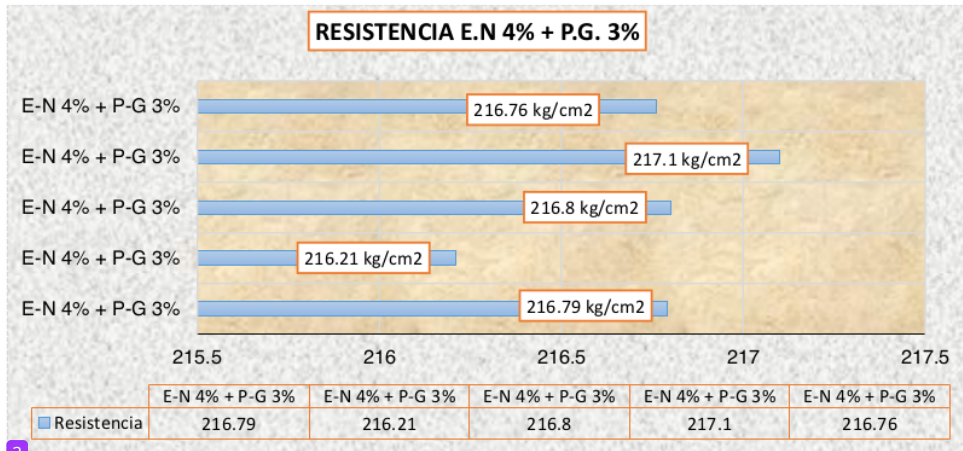
Resistencia del concreto con la combinación de escoria negra + polvo de granito.

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
E-N 4% + P-G 3%	38207	216.79	14	216.73 kg/cm <sup>2</sup>
E-N 4% + P-G 3%	38105	216.21	14	
E-N 4% + P-G 3%	38362	216.80	14	
E-N 4% + P-G 3%	38263	217.10	14	
E-N 4% + P-G 3%	38203	216.76	14	

La Tabla 38 muestra los rendimientos del ensayo de resistencia del concreto con una combinación de 4% de escoria negra y 3% de polvo de granito, en 14 días de consolidación. Las cinco muestras ensayadas presentan un esfuerzo de rotura promedio de 216.73 kg/cm<sup>2</sup>.

**2**  
**Figura 56**

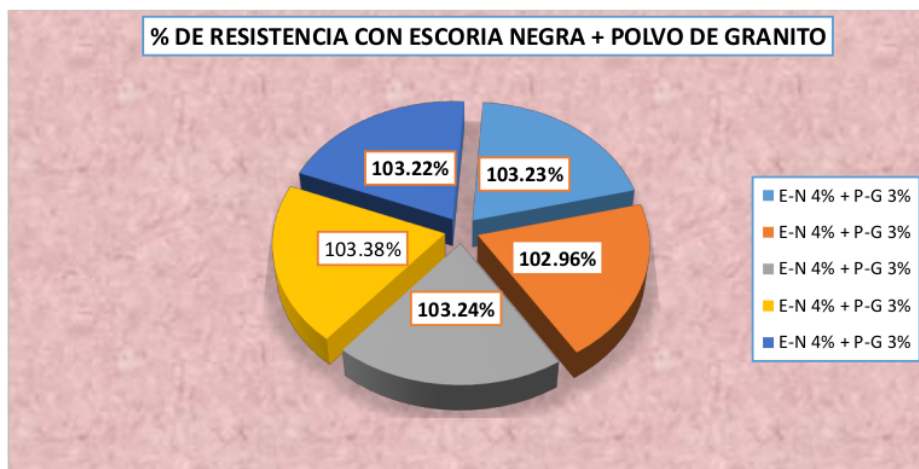
*Resistencia a 14 días, del concreto con combinación de escoria negra y polvo de granito.*



**3**  
La Figura 56 muestra la resistencia del concreto con una combinación de 4% de escoria negra y 3% de polvo de granito, evaluada en 14 días. Se presentan las resistencias individuales de cinco muestras (E-N 4% + P-G 3%), las cuales varían desde 216.21 kg/cm<sup>2</sup> hasta 217.10 kg/cm<sup>2</sup>. El gráfico ilustra la resistencia alcanzada por cada muestra, destacando una ligera variabilidad entre ellas. La resistencia promedio de las muestras es de 216.73 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 57**

*Porcentaje de resistencia a 14 días, concreto con escoria negra y polvo de granito.*



La Figura 57 presenta un gráfico circular que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto con una combinación de 4% de escoria negra y 3% de polvo de granito, evaluada en 14 días. Los valores de porcentaje de resistencia para las cinco muestras (E-N 4% + P-G 3%) varían entre 102.96% y 103.38%, con una media de 103.21%, de las muestras analizadas.

### Prueba en 28 días

**Tabla 39**

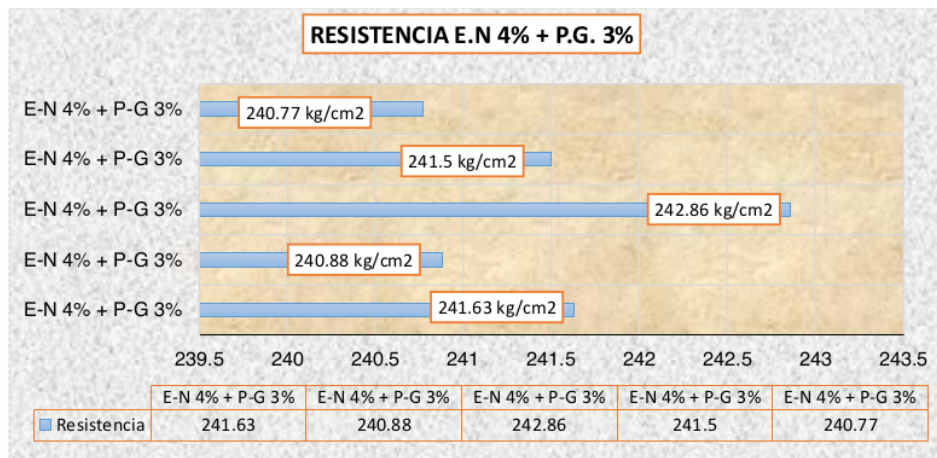
*Resistencia del concreto con la combinación de escoria negra + polvo de granito.*

DESCRIP.	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	PROMEDIO
E-N 4% + P-G 3%	42756	241.63	28	241.53 kg/cm <sup>2</sup>
E-N 4% + P-G 3%	42623	240.88	28	
E-N 4% + P-G 3%	42802	242.86	28	
E-N 4% + P-G 3%	42562	241.50	28	
E-N 4% + P-G 3%	42605	240.77	28	

La Tabla 39 muestra los rendimientos del ensayo de resistencia del concreto con una combinación de 4% de escoria negra y 3% de polvo de granito, en 28 días de consolidación. Las cinco muestras ensayadas presentan un esfuerzo de rotura promedio de 241.53 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 58**

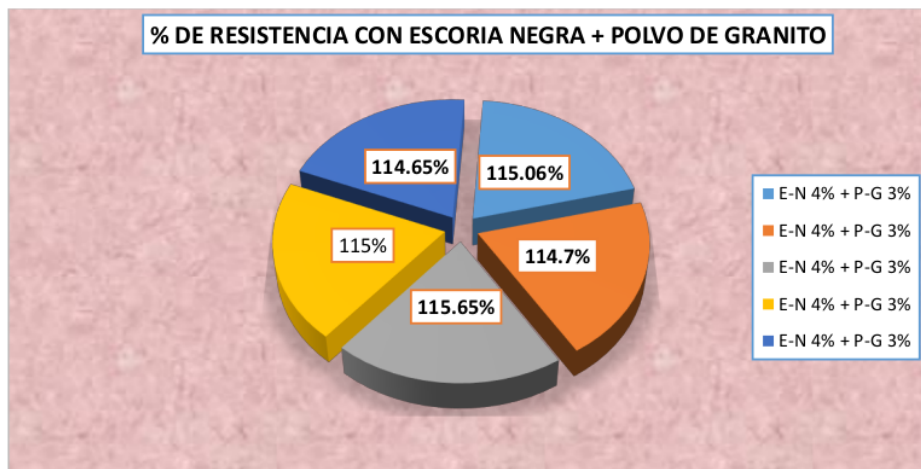
*Resistencia a 28 días, del concreto con combinación de escoria negra y polvo de granito.*



3 La Figura 58 muestra la resistencia del concreto con una combinación de 4% de escoria negra y 3% de polvo de granito, evaluada en 28 días. Se presentan las resistencias individuales de cinco muestras (E-N 4% + P-G 3%), las cuales varían desde 240.77 kg/cm<sup>2</sup> hasta 242.86 kg/cm<sup>2</sup>. El gráfico ilustra la resistencia alcanzada por cada muestra, destacando una ligera variabilidad entre ellas. La resistencia promedio de las muestras es de 241.53 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 59**

*Porcentaje de resistencia a 28 días, concreto con escoria negra y polvo de granito.*



La Figura 59 presenta un gráfico circular que muestra el porcentaje de resistencia lograda por el concreto con la combinación de 4% de escoria negra y 3% de polvo de granito, evaluada a los 28 días. Cada segmento del gráfico representa una muestra individual con sus respectivos porcentajes de resistencia, detallados a continuación:

- ❖ E-N 4% + P-G 3% (azul oscuro): 114.65%
- ❖ E-N 4% + P-G 3% (azul claro): 115.06%
- ❖ E-N 4% + P-G 3% (naranja): 114.7%
- ❖ E-N 4% + P-G 3% (gris): 115.65%
- ❖ E-N 4% + P-G 3% (amarillo): 115%

El gráfico muestra que todas las muestras alcanzaron porcentajes de resistencia por encima del 114%, lo cual indica un aumento notable en la resistencia del concreto con la adición combinada de escoria negra y polvo de granito a los 28 días. Esta mejora puede atribuirse a las propiedades puzolánicas de la escoria negra y las características granulométricas del polvo de granito, que contribuyen a un mejor empaquetamiento y mayor densidad de la matriz del concreto.

## 4.2 Discusión de resultados.

### ASENTAMIENTO:

#### ESCORIA NEGRA

La adición de escoria negra al concreto influye significativamente en las propiedades de asentamiento y consistencia del mismo. En este estudio, se evaluaron cuatro mezclas diferentes: un concreto patrón y concretos con adiciones de 2%, 4% y 6% de escoria negra. Los resultados son los siguientes:

#### 1. Concreto Patrón:

- ❖ Asentamiento: 3.5"
- ❖ Consistencia: Plástica

El concreto patrón, sin adición de escoria negra, presentó un asentamiento de 3.5 pulgadas, indicando una consistencia plástica adecuada para diversos usos constructivos. Este resultado se alinea con las propiedades esperadas de un concreto sin aditivos.

#### 2. Concreto con 2% de Escoria Negra:

- ❖ Asentamiento: 2.7 pulgadas
- ❖ Consistencia: Seca

La inclusión de un 2% de escoria negra reduce el asentamiento a 2.7 pulgadas. Este decremento sugiere que la escoria negra comienza a influir en la trabajabilidad del

concreto, haciéndolo menos plástico y más seco. Este cambio podría estar asociado a la absorción de agua por parte de la escoria o a su interacción con la matriz cementicia.

### 3. Concreto con 4% de Escoria Negra:

- ❖ Asentamiento: 2.2 pulgadas
- ❖ Consistencia: Seca

Aumentar la proporción de escoria negra al 4% continúa disminuyendo el asentamiento, alcanzando las 2.2 pulgadas. La tendencia a una consistencia más seca se acentúa, lo que podría afectar la facilidad de colocación y compactación del concreto en obra. Es posible que la mayor cantidad de escoria esté reduciendo aún más <sup>3</sup> la cantidad de agua disponible para la hidratación del cemento.

### 4. Concreto con 6% de Escoria Negra:

- ❖ Asentamiento: 1.8 pulgadas
- ❖ Consistencia: Seca

Con un 6% de escoria negra, el asentamiento desciende a 1.8 pulgadas, consolidando una consistencia seca. Este resultado podría implicar dificultades en la manejabilidad del concreto, requiriendo posiblemente ajustes en la dosificación de agua para mantener una trabajabilidad aceptable. Sin embargo, la baja trabajabilidad también podría traducirse en un concreto con mayores resistencias mecánicas si se maneja adecuadamente.

### Comparación con Estudios

En la región de Puno, diversos autores han investigado <sup>36</sup> el uso de materiales alternativos como aditivos en el concreto, buscando mejorar sus propiedades mecánicas y de durabilidad. A continuación, se presentan algunos estudios relevantes:

**Estudio de la Escoria Volcánica:** Investigadores en Puno han explorado la utilización de escoria volcánica en el concreto, reportando una reducción en el asentamiento similar a los resultados observados con la escoria negra. La disminución en

la trabajabilidad fue compensada por mejoras <sup>2</sup> en la resistencia a la compresión y durabilidad, destacando la viabilidad de utilizar materiales locales como aditivos.

**Adición de Ceniza de Carbón:** Otro estudio de la región evaluó el uso de ceniza de carbón como aditivo en el concreto, encontrando que incrementos en la proporción de ceniza resultaron en un concreto más seco y denso. <sup>67</sup> Los resultados indicaron una relación directa entre la cantidad de aditivo y la reducción del asentamiento, alineándose con los resultados del presente estudio sobre escoria negra.

**Investigación sobre la Escoria de Cobre:** Autores locales también han examinado <sup>6</sup> la escoria de cobre como aditivo en mezclas de concreto, observando una tendencia similar de disminución en el asentamiento con el aumento de la proporción de escoria. Los resultados mostraron mejoras <sup>3</sup> en la resistencia y durabilidad del concreto, aunque con la necesidad de ajustes en la dosificación de agua y uso de superplastificantes para mantener una trabajabilidad adecuada.

**Conclusión:** La adición de escoria negra al concreto reduce significativamente el asentamiento y cambia la consistencia de plástica a seca con incrementos en la proporción de escoria. Estos resultados son consistentes con investigaciones realizadas por autores de la región de Puno, quienes han observado efectos similares con otros materiales alternativos. La utilización de escoria negra puede <sup>2</sup> mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto, siempre que se realicen los ajustes necesarios en la mezcla para mantener una trabajabilidad adecuada.

## POLVO DE GRANITO

Se evaluaron diferentes proporciones de polvo de granito y se observó cómo influían en las propiedades del concreto. A continuación, se discuten estos resultados y se comparan con tesis de autores de la región de Puno.

### 1. Concreto Patrón:

- ❖ Asentamiento: 3.5 pulgadas

- ❖ Consistencia: Plástica

El concreto patrón, sin adición de polvo de granito, presenta un asentamiento de <sup>2</sup> 3.5 pulgadas y una consistencia plástica. Este comportamiento es típico de un concreto convencional, que ofrece buena trabajabilidad y facilidad de colocación.

## 2. Concreto con 1% de Polvo de Granito:

- ❖ Asentamiento: 3.3 pulgadas
- ❖ Consistencia: Plástica

La adición de un 1% de polvo de granito reduce ligeramente el asentamiento a 3.3 pulgadas, manteniendo una consistencia plástica. Este resultado sugiere que el polvo de granito en pequeñas cantidades no afecta significativamente la trabajabilidad del concreto, permitiendo una manipulación y colocación adecuada.

## 3. Concreto con 3% de Polvo de Granito:

- ❖ Asentamiento: 3.0 pulgadas
- ❖ Consistencia: Plástica

Al aumentar la proporción de polvo de granito al 3%, el asentamiento se reduce a 3.0 pulgadas, pero la consistencia sigue siendo plástica. Este resultado indica <sup>5</sup> que el polvo de granito incrementa la cohesión del concreto, mejorando potencialmente su resistencia sin comprometer gravemente la trabajabilidad.

## 4. Concreto con 5% de Polvo de Granito:

- ❖ Asentamiento: 2.4 pulgadas
- ❖ Consistencia: Seca

Con un 5% de polvo de granito, el asentamiento se reduce significativamente a 2.4 pulgadas, y la consistencia pasa a ser seca. Este cambio considerable sugiere una absorción mayor de agua por parte del polvo de granito, reduciendo la fluidez de la mezcla. Aunque esto puede dificultar la trabajabilidad, podría resultar en un concreto más denso y resistente.

## Comparación con Investigaciones

En la región de Puno, varios estudios han investigado el uso de materiales alternativos en el concreto para mejorar sus propiedades. Aquí se presentan algunas comparaciones relevantes con los resultados de este estudio:

- ❖ Tesis sobre Ceniza Volcánica: Investigadores en Puno han utilizado ceniza volcánica como aditivo en concreto, observando una disminución en el asentamiento similar a la del polvo de granito. La consistencia también pasó de plástica a seca con mayores proporciones de ceniza. Estos estudios sugieren que los materiales locales, como la ceniza volcánica y el polvo de granito, pueden mejorar la densidad y <sup>2</sup>resistencia del concreto.
- ❖ Estudios sobre <sup>6</sup>Escoria de Cobre: Otras tesis han explorado la adición de escoria de cobre en mezclas de concreto, reportando una tendencia a reducir el asentamiento con el aumento de la escoria. <sup>1</sup>Los resultados indicaron mejoras en la resistencia a la compresión y durabilidad, a pesar de la reducción en la trabajabilidad. Los ajustes en la dosificación de agua y el uso de superplastificantes fueron recomendados para mantener una buena trabajabilidad.
- ❖ Investigaciones sobre Polvo de Mármol: Similar al polvo de granito, el polvo de mármol ha sido utilizado en investigaciones locales, mostrando una reducción en el asentamiento y una consistencia más seca con mayores proporciones de aditivo. Los estudios encontraron que estos materiales mejoran la resistencia del concreto, aunque con una disminución en la trabajabilidad que debe ser gestionada adecuadamente.

### Conclusión

<sup>2</sup>La adición de polvo de granito en el concreto reduce el asentamiento y cambia la consistencia de plástica a seca con incrementos en la proporción de polvo. Estos resultados son consistentes con investigaciones de la región de Puno que han utilizado materiales alternativos similares. Los estudios locales han demostrado que la utilización

de estos materiales puede mejorar la densidad y resistencia del concreto, siempre que se realicen ajustes en la mezcla para mantener una trabajabilidad adecuada.

Estos hallazgos refuerzan la viabilidad de utilizar materiales locales como el polvo de granito en aplicaciones de construcción en la región de Puno, contribuyendo a prácticas de construcción más sostenibles y eficientes.

#### **4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:**

En nuestra investigación los resultados de la resistencia de varios especímenes sometidos a diferentes tratamientos, evaluados a los 7, 14 y 28 días. Se compararon una muestra patrón (sin aditivos) y muestras con diferentes porcentajes de escoria negra y polvo de granito.

##### **1. Comparación General**

La resistencia de todas las muestras aumenta con el tiempo, lo cual es un comportamiento esperado en materiales cementantes debido al proceso de hidratación. A los 28 días, todas las muestras con aditivos presentaron una resistencia mayor en comparación con la muestra patrón, indicando un efecto positivo de las adiciones en la resistencia del material.

##### **2. Escoria Negra**

- ❖ **MP + 2% Escoria Negra:** La resistencia a los 7 días fue de 152.35, a los 14 días de 209.17 y a los 28 días de 233.60. Se observa un incremento del 6.16% a los 7 días, 8.45% a los 14 días y 9.30% a los 28 días en comparación con la muestra patrón.
- ❖ **MP + 4% Escoria Negra:** Este grupo presentó los valores más altos entre todos los especímenes, alcanzando una resistencia de 248.76 a los 28 días, lo que representa un incremento del 16.64% respecto a la muestra patrón. Este resultado sugiere que una mayor proporción de escoria negra contribuye significativamente a la resistencia del material.
- ❖ **MP + 6% Escoria Negra:** Aunque también se observó un aumento significativo en la resistencia, los valores fueron inferiores a los de la muestra con 4% de escoria negra,

con una resistencia de 224.58 a los 28 días. Esto podría indicar que, a partir de cierto porcentaje, la adición de escoria negra no continúa mejorando la resistencia de manera proporcional.

### 3. Polvo de Granito

- ❖ **MP + 1% Polvo de Granito:** La resistencia aumentó a 204.32 a los 14 días y a 224.64 a los 28 días, mostrando una mejora modesta respecto a la muestra patrón.
- ❖ **MP + 3% Polvo de Granito:** Este grupo mostró un comportamiento similar al de las muestras con escoria negra, alcanzando una resistencia de 231.97 en 28 días, lo que representa un aumento considerable del 8.82% en semejanza con la muestra patrón.
- ❖ **MP + 5% Polvo de Granito:** Al igual que en el caso de la escoria negra, un aumento en la proporción de polvo de granito a 5% mostró una resistencia de 229.57 a los 28 días, sugiriendo una mejora limitada respecto a las adiciones menores.

### Conclusiones

Los resultados indican que tanto la escoria negra como el polvo de granito pueden mejorar <sup>36</sup> la resistencia a la compresión de los especímenes. Sin embargo, la eficiencia de estos aditivos parece depender de la cantidad utilizada. En particular, la escoria negra al 4% y el polvo de granito al 3% ofrecieron las mejores mejoras en resistencia, mientras que proporciones más altas no resultaron en incrementos proporcionales adicionales.

### RESISTENCIA CON LA COMBINACIÓN DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO

En nuestra investigación <sup>3</sup> los resultados de la resistencia del concreto con una combinación de escoria negra (E-N) al 4% y polvo de granito (P-G) al 3%, evaluada a los 28 días. La resistencia se mide en términos de carga aplicada (Kg) y esfuerzo de rotura

(Kg/cm<sup>2</sup>). Aquí se presentan cinco muestras con sus respectivas cargas y esfuerzos de rotura, así como el promedio de resistencia para esta combinación específica.

#### **Análisis de Datos**

4. **Carga Aplicada:** Las cargas aplicadas a las muestras oscilan entre 42605 Kg y 42802 Kg. Este rango relativamente estrecho indica una consistencia en la preparación y aplicación de la carga en las pruebas.
5. **Esfuerzo de Rotura:** Los valores de esfuerzo de rotura varían ligeramente entre 240.77 Kg/cm<sup>2</sup> y 242.86 Kg/cm<sup>2</sup>. La pequeña variación en estos valores sugiere que la mezcla de concreto tiene una buena homogeneidad y comportamiento consistente bajo carga.
6. **Promedio de Resistencia:** El promedio de resistencia obtenido es de 241.53 Kg/cm<sup>2</sup>. Este valor representa una medida central que puede ser utilizada como referencia para evaluar el desempeño del concreto con esta combinación de materiales.

#### **Interpretación de Resultados**

- ❖ **Homogeneidad y Consistencia:** La pequeña variación tanto en la carga aplicada como en el esfuerzo de rotura indica que la mezcla de concreto con escoria negra y polvo de granito tiene una buena consistencia. Esto es crucial para asegurar que el material tendrá un comportamiento predecible en aplicaciones prácticas.
- ❖ **Efecto de la Escoria Negra y el Polvo de Granito:** La adición de escoria negra y polvo de granito parece proporcionar una resistencia adecuada al concreto, con valores de esfuerzo de rotura superiores a 240 Kg/cm<sup>2</sup>. Estos materiales pueden estar contribuyendo a una mejor cohesión y resistencia del concreto, lo cual es favorable para su uso en construcciones que requieren alta durabilidad.

#### **Comparación:**

Sería beneficioso comparar estos resultados con estudios previos o datos disponibles sobre otras combinaciones de aditivos en el concreto. Esto ayudaría a

contextualizar la eficacia de la escoria negra y el polvo de granito en comparación con otros aditivos o mezclas convencionales.

### **Recomendaciones**

- ❖ **Ensayos Adicionales:** Realizar pruebas adicionales con diferentes proporciones de escoria negra y polvo de granito para identificar la mezcla óptima que maximice la resistencia del concreto.
- ❖ **Longitud de <sup>49</sup>Tiempo de Curado:** Evaluar la resistencia del concreto en diferentes periodos de curado (por ejemplo, 7, 14, 56 días) para obtener una comprensión más completa del desarrollo de la resistencia a lo largo del tiempo.
- ❖ **Evaluaciones Prácticas:** Implementar pruebas en condiciones prácticas de construcción para validar el rendimiento de la mezcla en un entorno real.

En conclusión, los resultados obtenidos muestran que la combinación de escoria negra al 4% y polvo de granito al 3% produce un concreto con una resistencia adecuada y consistente, lo cual es prometedor para su aplicación en la construcción. No obstante, se recomienda realizar estudios adicionales para optimizar y validar esta mezcla en diversas condiciones.

## CONCLUSIONES

**Primera,** el asentamiento del concreto en la muestra patrón es de 3.5". Al añadir escoria negra, se observa que a mayor porcentaje de escoria (2%, 4%, 6%), el asentamiento disminuye progresivamente hasta 1.8", haciendo que la mezcla sea más seca. De manera similar, al incorporar polvo de granito (1%, 3%, 5%), el asentamiento baja a 2.4", pero la consistencia solo se vuelve seca cuando la mezcla contiene un 5% de este material.

**Segundo,** se evaluó la resistencia a la compresión del concreto estándar a los 28 días, alcanzando 213.42 kg/cm<sup>2</sup>. Al comparar, los concretos con escoria negra lograron resistencias mayores: 233.60 kg/cm<sup>2</sup> con 2%, 248.76 kg/cm<sup>2</sup> con 4%, y 224.58 kg/cm<sup>2</sup> con 6%. De igual manera, los concretos con polvo de granito también superaron al estándar, alcanzando 224.64 kg/cm<sup>2</sup> con 1%, 231.97 kg/cm<sup>2</sup> con 3%, y 229.57 kg/cm<sup>2</sup> con 5%. La adición del 4% de escoria negra resultó ser la más efectiva para mejorar la resistencia del concreto.

**Tercero,** la combinación de 4% de escoria negra y 3% de polvo de granito en el concreto resulta en una resistencia promedio de 241.53 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Esto demuestra que esta mezcla ofrece resultados consistentes y un buen desempeño del material bajo estas condiciones específicas.

## RECOMENDACIONES

**Primera**, la escoria negra es adecuada para aplicaciones donde se necesita una mezcla más rígida, mientras que el polvo de granito es preferible para mantener la trabajabilidad en la mezcla.

**Segunda**, se recomienda que la escoria negra es <sup>2</sup> un aditivo más efectivo para aumentar la resistencia del material en todas las etapas de curado, con el 4% siendo la concentración óptima según nuestra investigación.

**Tercera**, sería beneficioso realizar pruebas adicionales con más muestras y posiblemente variando las proporciones de escoria negra y polvo de granito para optimizar la resistencia del concreto.

## REFERENCIAS

- Aparicio López, C. A. (2014). *Uso de material reciclado de la industria del cobre en la producción de concreto*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11912/7287>
- Apaza Quispe, E. S. (2022). *Análisis técnico económico de la sienita como sustituto del agregado grueso para el concreto  $f_c=280\text{kg/cm}^2$  Carabaya - Puno, 2022*. Carabaya: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/96284>
- Araque, L. M., & García, D. P. (2010). *Análisis de la valorización de escorias negras como material agregado para concreto en el marco de la gestión ambiental de la siderúrgica Diaco. Municipio de Tuta Boyacá*. Bocaya - Colombia: Universidad de La Salle, Bogotá. Obtenido de [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/25](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/25)
- Arias, F. (2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación*. Caracas: Editorial Episteme.
- Atoche Zamora, J. J. (2022). *Incorporación de residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de arena en el concreto*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/10074>
- Aznar , Caceres & Romero. (2018). *Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria*.
- Barrera, J. H. (2000). *Metodología de la Investigación Holística*. Caracas: Universidad la Trinidad.
- BORJA.S. (2012). *METODOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIERIA CIVIL*.
- Caggiano, A., Folino, P., Lima, C., Martinelli, E., & Pepe, M. (2017). On the mechanical response of Hybrid Fiber Reinforced Concrete with Recycled and Industrial Steel

- Fibers. *Construction and Building Materials*, 147, 286-295.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.160>
- Cegara, S. J. (2019). *Los métodos de investigación*. España.
- Chili Vilca, W. J., & Pineda Quispe, R. E. (2023). *Influencia de la adición de escoria negra sobre porcentajes del agregado grueso en las propiedades del concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimentos rígidos de la ciudad de Puno, 2020*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20098>
- Corcuera Sigüenza, A. E., & Vela Fernandez, J. R. (2018). *Impacto en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto a partir de la sustitución de la piedra por ecogravilla de escoria de acero, Trujillo-2018*. Trujillo: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/13755>
- Cuba Astrulla, R. A., & Humpire Viza, R. (2019). *Análisis Comparativo de las Propiedades Mecánicas para un Concreto  $F'C = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  Y  $F'C = 280 \text{ Kg/Cm}^2$  Usando Cemento Yura Tipo IP y Cemento Wari Tipo IP, con la Adición de Escoria de Cobre de la Minera Southern Perú, para la Ciudad de Arequipa*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9087>
- Díaz Alayo, J. J., & Rodríguez Reyna, J. S. (2019). *Mejoramiento de la resistencia de un concreto  $FC 210 \text{ kg/cm}^2$ , sustituyendo el 10% de arena gruesa por polvo de roca granito de la cantera de talambo en la ciudad de Chepén - la libertad*. La Libertad: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4632>
- Díaz Rosero, Y. D. (2020). *Valorización de escoria de cobre como puzolana y agregado fino en morteros*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80436>
- Flores Gonzales, J. A., & Fuentes Carranza, J. (2021). *Diseño de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando escoria de cobre para mejorar su resistencia a la compresión*,

- Tarapoto* 2021. Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/68138>
- Frazão, C., Barros, J., Bogas, J. A., & García-Cortés, V. (2022). Technical and environmental potentialities of recycled steel fiber reinforced concrete for structural applications. *Journal of building Engineering*, 45. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103579>
- Hernandez & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).
- Huamani Ore, M. A., & Ortiz Hernandez, M. d. (2023). *Diseño de concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando escoria negra de horno eléctrico sustituyendo el agregado grueso*, Ica, 2023. Ica: Universidad Privada San Juan Bautista. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14308/5048>
- Jove Alvarez, F., & Mamani Apaza, M. A. (2022). *Adición de relave triturado no toxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto*, Ollachea, Puno ,2022. Ollachea: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86566>
- 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.
- Molina Cuchipe, T. M. (2021). *Análisis comparativo de las cenizas volcánicas provenientes de los volcanes Cotopaxi, Pululahua, Chalupas, Guagua Pichincha y Tungurahua para su uso en la fabricación de concreto*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21675>
- Neciosup Tapia, J. J. (2018). *Resistencia mecánica de un concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> sustituido en 7% y 10% del peso del cemento por polvo de roca de granito*.

- Chimbote: Universidad San Pedro. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5462>
- Nicomedes. (2018). tipo de investigacion.
- Prokopski, G., Marchuk, V., & Huts, A. (2020). The effect of using granite dust as a component of concrete mixture. *ScienceDirect*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00349>
- Quille Mamani, M. E., & Vilca Noa, M. A. (2022). *Influencia de las virutas de aluminio en las propiedades físico – mecánicas en el concreto F'c = 280 kg/cm2 Juliaca, Puno 2022*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano Puno. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/108233>
- RIVERA, G. (2002). *CONCRETO SIMPLE*. LIMA: LIMA.
- RT, A. S., & V, S. (2022). Estudio mecánico y microestructural de adoquines de bloques de hormigón entrelazados utilizando polvo de granito residual. *Revista internacional de ingeniería de pavimentos*, 358-371. doi:<https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1746312>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la Investigación*. Bogota: Investigador del Instituto Politécnico Nacional.
- Sánchez, H. M. (2017). *Estado del Arte sobre las Escorias Negras de Horno de Arco Eléctrico y su Aplicaciones en Pavimentos*. Bogota: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Obtenido de <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingenieux/article/view/1367>
- Suárez Hincapie, L. C. (2019). *Evaluación de escorias siderúrgicas de horno de arco eléctrico en mezclas de concreto estructural*. Bogota - Colombia: Universidad de los Andes Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1992/35091>
- TORRES, A. (2004). *Curso Basico de Tecnologia del Concreto Para Ingenieros Civiles*. LIMA: UNI.
- Ugarte Davila, R. C. (2023). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico modificado con adición de ceniza volcánica extraída de*

*diferentes fases de depósito de caída del volcán Huaynaputina, Moquegua, 2022.*

Moquegua: Universidad Continental. Obtenido de

<https://hdl.handle.net/20.500.12394/13586>

Villanueva Carlos, J. J. (2020). *Características físico- mecánicas al reemplazar el*

*agregado fino por 35%, 40% y 45% de escoria negra en el ladrillo de concreto,*

*Chimbote - 2020.* Chimbote: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/59586>

**ANEXOS**

Anexo. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuál es la incidencia del empleo de escoria negra y polvo de granito en la resistencia a la compresión del concreto convencional fabricado en la ciudad de Juliaca?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p>	<p><b>Objetivo General:</b> Evaluar la incidencia del empleo de escoria negra y polvo de granito en la resistencia a la compresión del concreto convencional producido en la ciudad de Juliaca.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p>	<p><b>Hipótesis General:</b> El uso de escoria negra y polvo de granito en la producción de concreto convencional en Juliaca incrementará la resistencia del concreto, generando un incremento significativo en esta propiedad.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p><i>Proporción de escoria negra y polvo de granito en el Concreto convencional.</i></p> <p><b>Dimensiones:</b> •Escoria negra al 2%, 4% y 6%. •Polvo de granito al 1%, 3% y 5%.</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</p> <p><b>Dimensiones:</b> <i>Esfuerzo de rotura</i></p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p> <p>Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.</p>
<p>¿Cómo afecta la inclusión de escoria negra y polvo de granito, en distintas proporciones, el asentamiento del concreto fresco con <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es la incidencia del uso de escoria negra y polvo de granito, en proporciones variables, la resistencia a la compresión del concreto convencional producido en Juliaca?</p> <p>¿Cuál es la resistencia a la compresión alcanzada por el concreto al combinar escoria negra y polvo de granito en sus proporciones óptimas en un concreto convencional fabricado en Juliaca?</p>	<p>Evaluar cómo la incorporación de escoria negra y polvo de granito en distintas proporciones afecta el asentamiento del concreto fresco con una resistencia de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Juliaca.</p> <p>Determinar la incidencia del uso de escoria negra y polvo de granito en proporciones variables sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional producido en Juliaca.</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión alcanzada por el concreto al combinar escoria negra y polvo de granito en sus proporciones óptimas en un concreto convencional fabricado en Juliaca.</p>	<p>El empleo de escoria negra y polvo de granito en el concreto de Juliaca resultará en un material con menor trabajabilidad y condiciones desfavorables para su manejo.</p> <p>La incidencia del empleo de escoria negra y polvo de granito en proporciones variables, mejorará su resistencia del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Juliaca.</p> <p>La combinación de escoria negra y polvo de granito en sus proporciones óptimas tendrá un efecto positivo en la resistencia del concreto convencional.</p>		

**Anexo.** Certificado de Calidad de Laboratorio.



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



**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN  
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 9 DE ABRIL DEL 2024

**ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS**

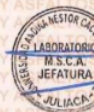
**AGREGADO FINO**

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>485.85</u>
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	112.56	22.51	22.51	77.49	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1313.12</u>
N° 16	93.25	18.65	41.16	58.84	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1618.15</u>
N° 30	102.03	20.41	61.57	38.43	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	127.65	25.53	87.10	12.90	Wc+B =	<u>1813</u> Wc+B-W = <u>195</u>
N° 100	43.11	8.62	95.72	4.28	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500.00}{1618.15-195} = 2.56 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	8.23	1.65	97.37	2.63	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	13.17	2.63	100.00	0.00	B =	<u>500.00</u> B-A = <u>14.15</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{14.15 \times 100}{500.00} = 2.91 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MODULO DE FINEZA					3.08	

**AGREGADO GRUESO**

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>784.64</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	279	7.97	7.97	92.03	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1313.12</u>
3/4"	521	14.89	22.86	77.14	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1799.52</u>
1/2"	1045	29.86	52.71	47.29	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	553	15.80	68.51	31.49	Wc+B =	<u>2113</u> Wc+B-W = <u>314</u>
N° 4	0	0.00	68.51	31.49	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800.00}{1799.52-314} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$
N° 8	1102	31.49	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>15.36</u>
SUMA	3500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{15.36 \times 100}{800.00} = 1.96 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

BIE: B006-00297705



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



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

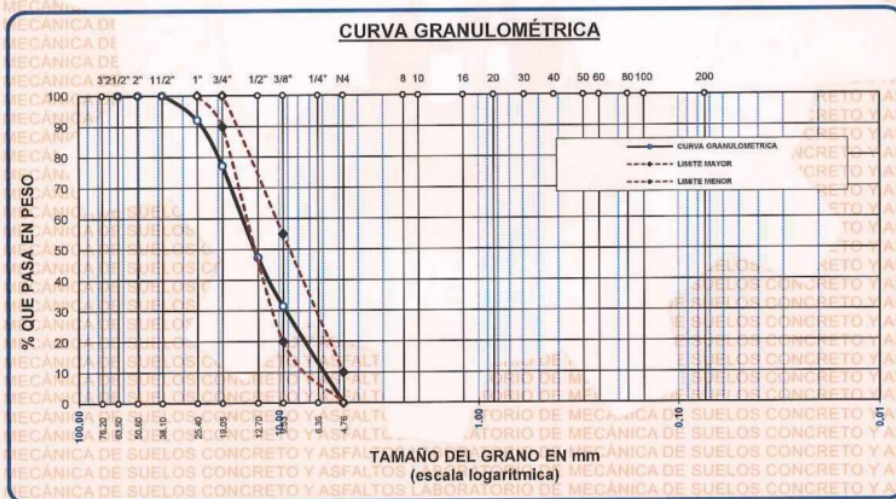
**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

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

**FECHA** : 9 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200		0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	279.00	7.97	7.97	92.03	100 %	
3/4"	19.050	521.00	14.89	22.86	77.14	90 - 100 %	
1/2"	12.700	1045.00	29.86	52.71	47.29		
3/8"	9.525	553.00	15.80	68.51	31.49	20 - 55 %	
1/4"	6.350						
No4	4.760	1102.00	31.49	100.00	0.00	0 - 10 %	
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL  
 Mg. Arnaldo Yana Torres  
 CIP. 103257

BIE: B006-00297705



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



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN

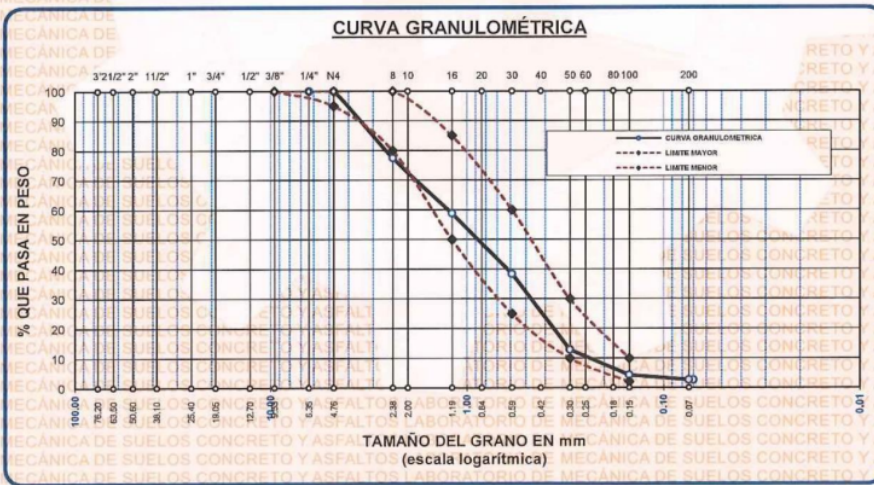
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 9 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM							
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 3.08
No8	2.380	112.56	22.51	22.51	77.49		
No10	2.000					50 - 85 %	
No16	1.190	93.25	18.65	41.16	58.84		
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	102.03	20.41	61.57	38.43		
No40	0.420					10 - 30 %	
No50	0.300	127.65	25.53	87.10	12.90		
No60	0.250					2-10%	
No80	0.180						
No100	0.149	43.11	8.62	95.72	4.28		
No200	0.074	8.23	1.65	97.37	2.63		
BASE		13.17	2.63	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		2.63					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL  
 JEFATURA  
 Mgtr. Arpaldo Iana Torres  
 CIP. 103257

BIE: B006-00297705



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



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCO

**FECHA** : 9 DE ABRIL DEL 2024

### MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	362.32
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	351.12
PESO DEL TARRO (gr.)	51.23
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	311.09
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	299.89
PESO DEL AGUA (gr.)	11.20
% HUMEDAD	3.73

### MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	389.86
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	382.58
PESO DEL TARRO (gr.)	51.16
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	338.70
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	331.42
PESO DEL AGUA (gr.)	7.28
% HUMEDAD	2.20

#### OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 10327

BIE: B006-00297705



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



## RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRACION LOS ANGELES" NORMAS ASTM C 131 AASTHO (DESIGNACION) T-26

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN

**CANTERA** : ISLA - FINO - GRUESO

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

**FECHA** : 9 DE ABRIL DEL 2024

**TIPO DE AGREGATO:** FINO:  GRUESO:  OTROS:

**MUESTRA OBTENIDA POR:** CUARTEO:  DIVISOR DE MUESTRAS:

**NUMERO DE REVOLUCIONES** 500  1000

**CARGA ABRASIVA:** 12 ESFERAS

**PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:**  $W_i = 4995.78$  gr.

**PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO Nº 12:**  $W_f = 3883.00$  gr.

**PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO Nº 12:**  $= 1122.95$  gr.

**PORCENTAJE DE PIEDRA:**  $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \cdot 100$

$De = 22.27$  %

**NOTA:**

**GRADUACION:** "A", 3/4" - 1/2" = 2502, 1/2" - 3/8" = 2501

**TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE:** 77.73 % **Y PERDIDA DE:** 22.27 %

**NORMA AASTHO (DESIGNACION) T - 26, ASTM - C-131**

**OBSERVACION:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"  
 FICP - CARR. INGENIERIA CIVIL  
 M.S.C.A. JEFATURA  
 Mgr. Arnaldo Iana Torres  
 CIP: 103257

BIE: B006-00297705



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 9 DE ABRIL DEL 2024

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	7981 gr	7981 gr	7981 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3224 cm <sup>3</sup>	3224 cm <sup>3</sup>	3224 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12855.00 gr	12824.00 gr	12853.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4874.00 gr	4843.00 gr	4872.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.512 gr/cm <sup>3</sup>	1.502 gr/cm <sup>3</sup>	1.511 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.508 gr/cm <sup>3</sup>	

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	7981 gr	7981 gr	7981 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3224 cm <sup>3</sup>	3224 cm <sup>3</sup>	3224 cm <sup>3</sup>
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GÓLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13200.00 gr	13208.00 gr	13245.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5219.00 gr	5227.00 gr	5264.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.619 gr/cm <sup>3</sup>	1.621 gr/cm <sup>3</sup>	1.633 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.624 gr/cm <sup>3</sup>	

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



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

Mgtr. Arnoldo Yana Torres

BIE: B006-00297705



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CÉSAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 9 DE ABRIL DEL 2024

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5968 gr	5968 gr	5968 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2122 cm <sup>3</sup>	2122 cm <sup>3</sup>	2122 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9382.00 gr	9398.00 gr	9395.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3414.00 gr	3430.00 gr	3427.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.609 gr/cm <sup>3</sup>	1.616 gr/cm <sup>3</sup>	1.615 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.613 gr/cm <sup>3</sup>	

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5968 gr	5968 gr	5968 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2122 cm <sup>3</sup>	2122 cm <sup>3</sup>	2122 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9618.00 gr	9612.00 gr	9610.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3650.00 gr	3644.00 gr	3642.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.720 gr/cm <sup>3</sup>	1.717 gr/cm <sup>3</sup>	1.716 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.718 gr/cm <sup>3</sup>	

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFARHU  
 JULIACA - PERÚ

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 123127

BIE: B006-00297705



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



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

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 9 DE ABRIL DEL 2024

### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

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

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

SE 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		
P.e SSS	2.55	2.56
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1624	1718
P.U. Suelto	1508	1613
% de Absorción	1.96	2.91
% de Humedad Natural	2.20	3.73
Modulo de Fineza	-	3.08

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:  $205 \text{ Lt/m}^3$
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 la relación agua/cemento (a/c) será de:  $0.56$
6. De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:  
 $(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 366 \text{ Kg/m}^3$



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 103257

BIE: B006-00297705

7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.08 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1624 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.592 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto.

Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.5923) * (1624) = 962 \text{ Kg/m}^3$$

8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> 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:

Volumen absoluto de agua	= ( 205 ) / ( 1000 )	= 0.205	
Volumen absoluto de cemento	= ( 366 ) / ( 2.88 * 1000 )	= 0.127	
Volumen absoluto de agregado grueso	= ( 962 ) / ( 2.53 * 1000 )	= 0.380	
Volumen de aire atrapado	= ( 2.0 ) / ( 100 )	= 0.020	
Volumen sub total	=	<u>0.732</u>	

Volumen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = ( 1.000 - 0.732 ) = 0.268 m<sup>3</sup>

$$(0.268) * (2.56) * 1000 = 686 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (962) * (1.021966) = 983 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (686) * (1.0373) = 712 \text{ Kg.}$$

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

$$205 - 962 * \left( \frac{2.20 - 1.96}{100} \right) - 686 * \left( \frac{3.73 - 2.91}{100} \right) = 197$$

**DOSIFICACIÓN**

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	197	0.54
Agreg. Grueso	962	2.63	983	2.69
Agreg. Fino	686	1.87	712	1.94
Aire	2.0 %		2.0 %	

**8.61 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO**

**DOSIFICACIÓN POR PESO:**

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	82.66 Kg.
Agregado grueso húmedo	114.15 Kg.
Agua efectiva	22.88 Kg.


  
 Mg. Arnaldo Yana Torres  
 CIP. 193257

**DOSIFICACIÓN POR TANDAS:**

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

<b>1.0</b> Bolsa de Cemento:	Redondeo
1.81 p3 de Arena	1.8 p3 de Arena
2.67 p3 de Piedra Chancada	2.7 p3 de Piedra Chancada
23 Lt de Agua	23 Lt de Agua

**RECOMENDACIONES**

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.  
\* Se deba de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

**OBSERVACIONES:**

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





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



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN

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

**FECHA** : ABRIL DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO CONVENCIONAL

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'C Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA		EDAD DIAS	%
							VACIADO	ROTURA		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	24711	14.98	176.24	140.21	210	10/04/2024	16/04/2024	7	66.77
2	BRIQUETA DE PRUEBA	25095	14.98	176.24	142.39	210	10/04/2024	16/04/2024	7	67.80
3	BRIQUETA DE PRUEBA	24869	15.01	176.95	140.54	210	10/04/2024	16/04/2024	7	66.92
4	BRIQUETA DE PRUEBA	25062	14.98	176.24	142.20	210	10/04/2024	16/04/2024	7	67.71
5	BRIQUETA DE PRUEBA	24987	14.98	176.24	141.78	210	10/04/2024	16/04/2024	7	67.51
Promedio De Esf. Rotura					141.42					67.34

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'C Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA		EDAD DIAS	%
							VACIADO	ROTURA		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34105	14.98	176.24	193.51	210	10/04/2024	23/04/2024	14	92.15
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33958	14.98	176.24	192.68	210	10/04/2024	23/04/2024	14	91.75
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34025	15.01	176.95	192.29	210	10/04/2024	23/04/2024	14	91.56
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33895	15.01	176.95	191.55	210	10/04/2024	23/04/2024	14	91.21
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34252	14.98	176.24	194.34	210	10/04/2024	23/04/2024	14	92.55
Promedio De Esf. Rotura					192.87					91.84

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'C Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA		EDAD DIAS	%
							VACIADO	ROTURA		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37741	15.01	176.95	213.29	210	10/04/2024	7/05/2024	28	101.56
2	BRIQUETA DE PRUEBA	37562	15.01	176.95	212.27	210	10/04/2024	7/05/2024	28	101.08
3	BRIQUETA DE PRUEBA	37365	14.98	176.24	212.01	210	10/04/2024	7/05/2024	28	100.96
4	BRIQUETA DE PRUEBA	37826	14.98	176.24	214.62	210	10/04/2024	7/05/2024	28	102.20
5	BRIQUETA DE PRUEBA	38025	15.01	176.95	214.89	210	10/04/2024	7/05/2024	28	102.33
Promedio De Esf. Rotura					213.42					101.63

**BSERVACIONE**  
 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mgtr. Arnoldo Yano Torres  
 CIP. 103257

BIE: 0006-00297705



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



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ESCORIA NEGRA AL 2%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	26627	15.01	176.95	150.48	210	10/04/2024	16/04/2024	7	71.66
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	26858	14.98	176.24	152.39	210	10/04/2024	16/04/2024	7	72.57
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	27025	14.98	176.24	153.34	210	10/04/2024	16/04/2024	7	73.02
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	26958	14.98	176.24	152.96	210	10/04/2024	16/04/2024	7	72.84
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	27001	15.01	176.95	152.59	210	10/04/2024	16/04/2024	7	72.66
Promedio De Esf. Rotura					152.35					72.55

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	36795	14.98	176.24	208.77	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.42
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	36865	14.98	176.24	209.17	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.61
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	37125	15.01	176.95	209.80	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.91
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	36998	14.98	176.24	209.67	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.94
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	36698	14.98	176.24	208.22	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.15
Promedio De Esf. Rotura					209.17					99.60

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	41392	15.01	176.95	233.92	210	10/04/2024	7/05/2024	28	111.39
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	41102	15.01	176.95	232.28	210	10/04/2024	7/05/2024	28	110.61
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	41032	14.98	176.24	232.81	210	10/04/2024	7/05/2024	28	110.86
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	41455	14.98	176.24	235.21	210	10/04/2024	7/05/2024	28	112.01
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 2%	41369	15.01	176.95	233.79	210	10/04/2024	7/05/2024	28	111.33
Promedio De Esf. Rotura					233.60					111.24

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



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP. 193257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 338.034

**TEMA** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN

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

**FECHA** : ABRIL DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ESCORIA NEGRA AL 4%

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 + E-N 4%	28037	15.01	176.95	158.45	210	10/04/2024	16/04/2024	7	75.45
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	28102	14.98	176.24	159.45	210	10/04/2024	16/04/2024	7	75.93
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	28001	14.98	176.24	158.88	210	10/04/2024	16/04/2024	7	75.66
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	28075	14.98	176.24	159.30	210	10/04/2024	16/04/2024	7	75.86
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	28036	15.01	176.95	158.44	210	10/04/2024	16/04/2024	7	75.45
Promedio De Esf. Rotura					158.90					75.67

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 + E-N 4%	36920	14.98	176.24	209.48	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.75
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	37026	14.98	176.24	210.08	210	10/04/2024	23/04/2024	14	100.04
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	36955	15.01	176.95	208.90	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.48
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	37002	14.98	176.24	209.95	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.98
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	36895	14.98	176.24	209.34	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.69
Promedio De Esf. Rotura					209.55					99.79

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 + E-N 4%	43959	15.01	176.95	248.43	210	10/04/2024	7/05/2024	28	118.30
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	43865	15.01	176.95	247.89	210	10/04/2024	7/05/2024	28	118.05
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	43936	14.98	176.24	249.29	210	10/04/2024	7/05/2024	28	118.71
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	43987	14.98	176.24	249.58	210	10/04/2024	7/05/2024	28	118.85
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	43991	15.01	176.95	248.61	210	10/04/2024	7/05/2024	28	118.38
Promedio De Esf. Rotura					248.76					118.46

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Mgt. Arvaldo Yana Torres  
 CIP. 103257



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



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN  
**LUGAR** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** ABRIL DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ESCORIA NEGRA AL 6%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	25509	15.01	176.95	144.16	210	10/04/2024	16/04/2024	7	68.65
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	25956	14.98	176.24	147.27	210	10/04/2024	16/04/2024	7	70.13
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	25468	14.98	176.24	144.50	210	10/04/2024	16/04/2024	7	68.81
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	25881	14.98	176.24	146.85	210	10/04/2024	16/04/2024	7	69.93
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	25699	15.01	176.95	145.23	210	10/04/2024	16/04/2024	7	69.16
Promedio De Esf. Rotura					145.60					69.34

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	35782	14.98	176.24	203.03	210	10/04/2024	23/04/2024	14	96.68
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	35932	14.98	176.24	203.88	210	10/04/2024	23/04/2024	14	97.08
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	35628	15.01	176.95	201.34	210	10/04/2024	23/04/2024	14	95.88
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	35962	14.98	176.24	204.05	210	10/04/2024	23/04/2024	14	97.17
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	35368	14.98	176.24	200.68	210	10/04/2024	23/04/2024	14	95.56
Promedio De Esf. Rotura					202.59					96.47

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	39633	15.01	176.95	223.98	210	10/04/2024	7/05/2024	28	106.66
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	39752	15.01	176.95	224.65	210	10/04/2024	7/05/2024	28	106.98
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	39805	14.98	176.24	225.85	210	10/04/2024	7/05/2024	28	107.55
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	39662	14.98	176.24	224.47	210	10/04/2024	7/05/2024	28	106.89
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 6%	39625	15.01	176.95	223.93	210	10/04/2024	7/05/2024	28	106.63
Promedio De Esf. Rotura					224.58					106.94

**OBSERVACION**  
 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP/INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arayaldo Yana Torres  
 CAP. 103257



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



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON POLVO DE GRANITO AL 1%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm							
1	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	25769	15.01	176.95	145.63	210	10/04/2024	16/04/2024	7	69.35
2	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	25425	14.98	176.24	144.26	210	10/04/2024	16/04/2024	7	68.70
3	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	26025	14.98	176.24	147.67	210	10/04/2024	16/04/2024	7	70.32
4	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	24958	14.98	176.24	141.61	210	10/04/2024	16/04/2024	7	67.43
5	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	25155	15.01	176.95	142.16	210	10/04/2024	16/04/2024	7	67.69
Promedio De Esf. Rotura					144.26					68.70

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm							
1	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	35611	15.01	176.95	201.25	210	10/04/2024	23/04/2024	14	95.83
2	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	36622	15.01	176.95	206.96	210	10/04/2024	23/04/2024	14	98.55
3	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	35958	14.98	176.24	204.02	210	10/04/2024	23/04/2024	14	97.15
4	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	36551	14.98	176.24	207.39	210	10/04/2024	23/04/2024	14	98.76
5	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	35736	15.01	176.95	201.96	210	10/04/2024	23/04/2024	14	96.17
Promedio De Esf. Rotura					204.32					97.29

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm							
1	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	39612	15.01	176.95	223.86	210	10/04/2024	7/05/2024	28	106.60
2	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	39265	14.98	176.24	222.79	210	10/04/2024	7/05/2024	28	105.09
3	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	39802	14.98	176.24	225.84	210	10/04/2024	7/05/2024	28	107.54
4	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	39775	14.98	176.24	225.68	210	10/04/2024	7/05/2024	28	107.47
5	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	39821	15.01	176.95	225.04	210	10/04/2024	7/05/2024	28	107.16
Promedio De Esf. Rotura					224.64					106.97

**OBSERVACIONES**

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 M.Sc. Arnelo Yana Torres  
 CIP. 103257



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



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA  
**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON POLVO DE GRANITO AL 3%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm							
1	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	26763	15.01	176.95	151.25	210	10/04/2024	16/04/2024	7	72.02
2	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	26865	14.98	176.24	152.43	210	10/04/2024	16/04/2024	7	72.59
3	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	26628	14.98	176.24	151.09	210	10/04/2024	16/04/2024	7	71.95
4	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	26458	14.98	176.24	150.12	210	10/04/2024	16/04/2024	7	71.49
5	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	26895	15.01	176.95	151.99	210	10/04/2024	16/04/2024	7	72.38
Promedio De Esf. Rotura					151.38					72.08

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm							
1	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	36915	14.98	176.24	209.45	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.74
2	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	36895	14.98	176.24	209.34	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.69
3	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	36902	15.01	176.95	208.54	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.31
4	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	36759	14.98	176.24	208.57	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.32
5	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	36982	14.98	176.24	209.83	210	10/04/2024	23/04/2024	14	99.92
Promedio De Esf. Rotura					209.15					99.59

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm							
1	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	40995	15.01	176.95	231.68	210	10/04/2024	7/05/2024	28	110.32
2	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	41025	15.01	176.95	231.84	210	10/04/2024	7/05/2024	28	110.40
3	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	40885	14.98	176.24	232.55	210	10/04/2024	7/05/2024	28	110.74
4	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	41003	14.98	176.24	232.65	210	10/04/2024	7/05/2024	28	110.79
5	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	40899	15.01	176.95	231.13	210	10/04/2024	7/05/2024	28	110.06
Promedio De Esf. Rotura					231.97					110.46

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CIVIL, INGENIERIA CIVIL

M.Sc.A. JEFATURA  
 Mgr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP: 103257



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



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN

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

**FECHA** : ABRIL DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON POLVO DE GRANITO AL 5%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm							
1	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	25661	15.01	176.95	145.02	210	10/04/2024	16/04/2024	7	69.06
2	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	25785	14.98	176.24	146.30	210	10/04/2024	16/04/2024	7	69.67
3	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	26002	14.98	176.24	147.53	210	10/04/2024	16/04/2024	7	70.25
4	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	25802	15.01	176.95	145.82	210	10/04/2024	16/04/2024	7	69.44
5	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	26054	14.98	176.24	147.83	210	10/04/2024	16/04/2024	7	70.40
Promedio De Esf. Rotura					146.50					69.76

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm							
1	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	36203	14.98	176.24	205.41	210	10/04/2024	23/04/2024	14	97.82
2	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	36221	14.98	176.24	205.52	210	10/04/2024	23/04/2024	14	97.87
3	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	36199	15.01	176.95	204.57	210	10/04/2024	23/04/2024	14	97.42
4	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	36602	15.01	176.95	206.85	210	10/04/2024	23/04/2024	14	98.50
5	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	36426	14.98	176.24	206.68	210	10/04/2024	23/04/2024	14	98.42
Promedio De Esf. Rotura					205.81					98.00

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm							
1	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	40353	14.98	176.24	228.96	210	10/04/2024	7/05/2024	28	109.03
2	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	40625	14.98	176.24	230.50	210	10/04/2024	7/05/2024	28	109.76
3	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	41032	15.02	177.19	231.58	210	10/04/2024	7/05/2024	28	110.27
4	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	40286	14.98	176.24	228.47	210	10/04/2024	7/05/2024	28	108.79
5	BRQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	40402	15.01	176.95	228.32	210	10/04/2024	7/05/2024	28	108.73
Promedio De Esf. Rotura					229.57					109.32

**BSERVACIONE:**

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M.S.C.A. JEFATURA  
 Mgr. Arnoldo Ana Torres  
 DIP. 103357



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



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** : ABRIL DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ESCORIA NEGRA + POLVO DE GRANITO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	27549	15.01	176.95	155.69	210	10/04/2024	16/04/2024	7	74.14
2	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	27620	14.98	176.24	156.71	210	10/04/2024	16/04/2024	7	74.63
3	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	27465	14.98	176.24	155.84	210	10/04/2024	16/04/2024	7	74.21
4	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	27603	14.98	176.24	156.62	210	10/04/2024	16/04/2024	7	74.58
5	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	27956	15.01	176.95	157.99	210	10/04/2024	16/04/2024	7	75.23
Promedio De Esf. Rotura					156.57					74.56

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	38207	14.98	176.24	216.79	210	10/04/2024	23/04/2024	14	103.23
2	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	38105	14.98	176.24	216.21	210	10/04/2024	23/04/2024	14	102.96
3	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	38362	15.01	176.95	216.80	210	10/04/2024	23/04/2024	14	103.24
4	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	38263	14.98	176.24	217.10	210	10/04/2024	23/04/2024	14	103.38
5	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	38203	14.98	176.24	216.76	210	10/04/2024	23/04/2024	14	103.22
Promedio De Esf. Rotura					216.73					103.21

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	42756	15.01	176.95	241.63	210	10/04/2024	7/05/2024	28	115.08
2	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	42623	15.01	176.95	240.88	210	10/04/2024	7/05/2024	28	114.70
3	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	42802	14.98	176.24	242.86	210	10/04/2024	7/05/2024	28	115.65
4	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	42562	14.98	176.24	241.50	210	10/04/2024	7/05/2024	28	115.00
5	BRIQUETA CON E-N 4% + P-G 3%	42605	15.01	176.95	240.77	210	10/04/2024	7/05/2024	28	114.61
Promedio De Esf. Rotura					241.53					115.01

**OBSERVACION**

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL  
 Mtro. Arnaldo Yana Torres  
 017 103257

**Anexo. Panel Fotográfico.**

**Fotografía 1. Muestreo**



**Fotografía 2. Tamizado**



**Fotografía 3. Pesos Unitarios**



**Fotografía 4. Preparación de la mezcla**



**Fotografía 5. Curado del Concreto**



**Fotografía 6. Resistencia a la compresión**





ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 29-08-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: CESAR ALBERTO PACOMPIA CALSIN  
Dirección: Jr. PARAGUAY S/N Lt.48 Mz. C-9  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70339210  
Teléfono: 972 428 403 email: cesarpacompia95@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL  
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL  
Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:  
Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO  
SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  
CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO CONVENCIONAL, ASENTAMIENTO, ESCORIA NEGRA, POLVO DE GRANITO, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1

<sup>1</sup> 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.  
<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17



Firma de Autor



huella digital

29-08-2024

Fecha

# INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1 Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez 9%  
Trabajo del estudiante

2 [hdl.handle.net](http://hdl.handle.net) 3%  
Fuente de Internet

3 [repositorio.uancv.edu.pe](http://repositorio.uancv.edu.pe) 2%  
Fuente de Internet

4 [repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe) 1%  
Fuente de Internet

5 [repositorio.uss.edu.pe](http://repositorio.uss.edu.pe) 1%  
Fuente de Internet

6 [repositorio.upla.edu.pe](http://repositorio.upla.edu.pe) <1%  
Fuente de Internet

7 [ciencia.lasalle.edu.co](http://ciencia.lasalle.edu.co) <1%  
Fuente de Internet

[repositorio.unap.edu.pe](http://repositorio.unap.edu.pe)

8

Fuente de Internet

<1 %

9

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

10

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1 %

11

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

12

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

14

repositorio.uandina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

15

Submitted to Universidad Internacional SEK

Trabajo del estudiante

<1 %

16

Вукадиновић, Савета. "Развој Модела Раног Управљања Инжењерским Људским Ресурсима У Lean Индустрijским Системима", University of Kragujevac (Serbia), 2024

Publicación

<1 %

17

worldwidescience.org

Fuente de Internet

<1 %

18	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Trabajo del estudiante	<1 %
19	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
21	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
22	Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
24	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

29	<a href="https://repositorio.upsjb.edu.pe">repositorio.upsjb.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="https://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="https://repositorio.uniandes.edu.co">repositorio.uniandes.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
33	"Modulation of attention by motor interaction: A study in a visual discrimination task", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2019 Publicación	<1 %
34	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
35	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
36	<a href="https://pdfcookie.com">pdfcookie.com</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="https://rsdjournal.org">rsdjournal.org</a> Fuente de Internet	<1 %
38	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %

[repositorio.unjfsc.edu.pe](https://repositorio.unjfsc.edu.pe)

39

Fuente de Internet

<1 %

---

40

[repositorio.unsch.edu.pe](https://repositorio.unsch.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

---

41

[www.andi.com.co](http://www.andi.com.co)

Fuente de Internet

<1 %

---

42

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1 %

---

43

[doi.org](http://doi.org)

Fuente de Internet

<1 %

---

44

[issuu.com](http://issuu.com)

Fuente de Internet

<1 %

---

45

[repository.usta.edu.co](https://repository.usta.edu.co)

Fuente de Internet

<1 %

---

46

Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

---

47

[dspace.unach.edu.ec](https://dspace.unach.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

---

48

[eprints.uanl.mx](https://eprints.uanl.mx)

Fuente de Internet

<1 %

---

49

[repositorio.unp.edu.pe](https://repositorio.unp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

---

50	Ramón Tejada Oliveros. "Optimización de las propiedades de tenacidad e impacto de formulaciones de ácido poliláctico (PLA), mediante mezclas con polímeros flexibles y optimización de los sistemas de compatibilización", Universitat Politecnica de Valencia, 2023 Publicación	<1 %
51	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
52	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	<1 %
53	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
54	wwwn.mec.es Fuente de Internet	<1 %
55	Submitted to Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Trabajo del estudiante	<1 %
56	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
57	Submitted to pontificiabolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
58	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD	<1 %

59

[documentos.uru.edu](http://documentos.uru.edu)

Fuente de Internet

<1 %

60

[es.slideshare.net](http://es.slideshare.net)

Fuente de Internet

<1 %

61

[repositorio.continental.edu.pe](http://repositorio.continental.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

62

Submitted to ueb

Trabajo del estudiante

<1 %

63

Submitted to umb

Trabajo del estudiante

<1 %

64

[1library.co](http://1library.co)

Fuente de Internet

<1 %

65

[alicia.concytec.gob.pe](http://alicia.concytec.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

66

P. Valdez, B. Barragán, I. Girbes, N. Shuttleworth, A. Cockburn. "Uso de residuos de la industria del mármol como filler para la producción de hormigones autocompactantes", Materiales de Construcción, 2010

Publicación

<1 %

67

[agris.fao.org](http://agris.fao.org)

Fuente de Internet

<1 %

68

[apirepositorio.unh.edu.pe](http://apirepositorio.unh.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

69

[doaj.org](http://doaj.org)

Fuente de Internet

<1 %

70

[idoc.pub](http://idoc.pub)

Fuente de Internet

<1 %

71

[repositorio.unach.edu.pe](http://repositorio.unach.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

72

[repositorio.unfv.edu.pe](http://repositorio.unfv.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

73

[repositorio.uta.edu.ec](http://repositorio.uta.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

74

[www.greeleyschools.org](http://www.greeleyschools.org)

Fuente de Internet

<1 %

75

[www.monografias.com](http://www.monografias.com)

Fuente de Internet

<1 %

76

[www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Exclude assignment  
template

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias

< 10 words

# INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ESCORIA NEGRA Y POLVO DE GRANITO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PRODUCIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA

---

INFORME DE GRADEMARK

---

NOTA FINAL

COMENTARIOS GENERALES

# /100

---

PÁGINA 1

---

PÁGINA 2

---

PÁGINA 3

---

PÁGINA 4

---

PÁGINA 5

---

PÁGINA 6

---

PÁGINA 7

---

PÁGINA 8

---

PÁGINA 9

---

PÁGINA 10

---

PÁGINA 11

---

PÁGINA 12

---

PÁGINA 13

---

PÁGINA 14

---

PÁGINA 15

---

PÁGINA 16

---

PÁGINA 17

---

PÁGINA 18

---

PÁGINA 19

---

PÁGINA 20

---

PÁGINA 21

---

PÁGINA 22

---

PÁGINA 23

---

PÁGINA 24

---

PÁGINA 25

---

PÁGINA 26

---

PÁGINA 27

---

PÁGINA 28

---

PÁGINA 29

---

PÁGINA 30

---

PÁGINA 31

---

PÁGINA 32

---

PÁGINA 33

---

PÁGINA 34

---

PÁGINA 35

---

PÁGINA 36

---

PÁGINA 37

---

PÁGINA 38

---

PÁGINA 39

---

PÁGINA 40

---

PÁGINA 41

---

PÁGINA 42

---

PÁGINA 43

---

PÁGINA 44

---

PÁGINA 45

---

PÁGINA 46

---

PÁGINA 47

---

PÁGINA 48

---

PÁGINA 49

---

PÁGINA 50

---

PÁGINA 51

---

PÁGINA 52

---

PÁGINA 53

---

PÁGINA 54

---

PÁGINA 55

---

PÁGINA 56

---

PÁGINA 57

---

PÁGINA 58

---

PÁGINA 59

---

PÁGINA 60

---

PÁGINA 61

---

PÁGINA 62

---

PÁGINA 63

---

PÁGINA 64

---

PÁGINA 65

---

PÁGINA 66

---

PÁGINA 67

---

PÁGINA 68

---

PÁGINA 69

---

PÁGINA 70

---

PÁGINA 71

---

PÁGINA 72

---

PÁGINA 73

---

PÁGINA 74

---

PÁGINA 75

---

PÁGINA 76

---

PÁGINA 77

---

PÁGINA 78

---

PÁGINA 79

---

PÁGINA 80

---

PÁGINA 81

---

PÁGINA 82

---

PÁGINA 83

---

PÁGINA 84

---

PÁGINA 85

---

PÁGINA 86

---

PÁGINA 87

---

PÁGINA 88

---

PÁGINA 89

---

PÁGINA 90

---

PÁGINA 91

---

PÁGINA 92

---

PÁGINA 93

---

PÁGINA 94

---

PÁGINA 95

---

PÁGINA 96

---

PÁGINA 97

---

PÁGINA 98

---

PÁGINA 99

---

PÁGINA 100

---

PÁGINA 101

---

PÁGINA 102

---

PÁGINA 103

---

PÁGINA 104

---

PÁGINA 105

---

PÁGINA 106

---

PÁGINA 107

---

PÁGINA 108

---

PÁGINA 109

---

PÁGINA 110

---

PÁGINA 111

---

PÁGINA 112

---

PÁGINA 113

---

PÁGINA 114

---

PÁGINA 115

---

PÁGINA 116

---

PÁGINA 117

---

PÁGINA 118

---

PÁGINA 119

---

PÁGINA 120

---

PÁGINA 121

---

PÁGINA 122

---

PÁGINA 123

---

PÁGINA 124

---

PÁGINA 125

---

PÁGINA 126

---

PÁGINA 127

---

PÁGINA 128

---

PÁGINA 129

---

PÁGINA 130

---

PÁGINA 131

---

PÁGINA 132

---

PÁGINA 133

---

PÁGINA 134

---

PÁGINA 135

---

PÁGINA 136

---

PÁGINA 137

---

PÁGINA 138

---

PÁGINA 139

---

PÁGINA 140

---

PÁGINA 141

---

PÁGINA 142

---

PÁGINA 143

---

PÁGINA 144

---

PÁGINA 145

---

PÁGINA 146

---

PÁGINA 147

---

PÁGINA 148

---

PÁGINA 149

---

PÁGINA 150

---

PÁGINA 151

---

PÁGINA 152

---

PÁGINA 153

---

PÁGINA 154

---

PÁGINA 155

---

PÁGINA 156

---

PÁGINA 157

---

PÁGINA 158

---

PÁGINA 159

---

PÁGINA 160

---

PÁGINA 161

---

PÁGINA 162

---

PÁGINA 163

---

PÁGINA 164

---

PÁGINA 165

---

PÁGINA 166

---

PÁGINA 167

---

PÁGINA 168

---

PÁGINA 169

---