



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN
AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS – JULIACA
A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN
AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA
A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

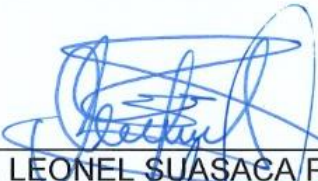
PRESIDENTE

:


Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1243-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 9232 presentado por el (la) Bachiller: **HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 22 de octubre del 2025
- * **HORA** : 15:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Frits Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 477-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 19 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 3017 por el señor (a): **HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 276- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 032- 2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Cesar Guillermo Camargo Najar** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 032- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr.. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
M.C. WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA
DECANO (e)
CIP: 70808UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1076-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 20 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 11358, presentado el señor (a) **HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 887 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 292-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 292-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr.. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Paríño Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2024
Interesado (a)



INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS – JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	edoc.pub	Fuente de Internet	3%
2	biblio.ingenieria.usac.edu.gt	Fuente de Internet	2%
3	www.coursehero.com	Fuente de Internet	2%
4	www.nehuenpeuman.edu.ar	Fuente de Internet	2%
5	biblioteca.usac.edu.gt	Fuente de Internet	2%
6	repositorio.uap.edu.pe	Fuente de Internet	1%
7	1library.co	Fuente de Internet	1%
8	Submitted to uncedu	Trabajo del estudiante	1%



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS – JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73492363
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-6735-8616
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-6613-6925
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUCASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: -15.47156759 Longitud: -70.21958555 URL Maps: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1eyVwHisB5jchi1-SO0-v5oWIprtEq7M&usp=sharing 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2025 – Octubre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



UNIVERSIDAD NACIONAL "NÉSTOR CÉSAR BLASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS RURALES
Dr. César G. Camargo Nájera
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo HOVER DAVID GUTIERREZ CAIPANA, identificado con DNI
Nro. 73492363, en mi condición de egresado de:

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

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

INCIOENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS
DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

Asesorado por: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

Es un tema original.

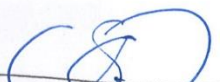
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, 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 30 de Diciembre del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mi padre Vidal Gutierrez y mi madre Felicitas Chipana que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado seguir adelante en los momentos difíciles.

A mis hermanos quienes supieron apoyarme, aconsejarme en los momentos más difíciles de mi etapa de preparación.



EN MEMORIA

En honor a mi madre Felicitas, mi fuente de inspiración y sabiduría. Aunque ya no estes físicamente conmigo, tu espíritu y amor continúan guiándome en cada paso de este camino.



AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a DIOS por darme siempre la fuerza para continuar en lo adverso, por guiarme en el camino de lo prudente y darme sabiduría para mejorar día a día mi quehacer profesional.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante además de su apoyo incondicional en todo el recorrido de mis estudios.

Y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de este proyecto.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
EN MEMORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Exposición de la situación problemática	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Hipótesis	3
1.4.1. Hipótesis general	3
1.4.2. Hipótesis específica	3



1.5. Justificación	4
1.5.1. Justificación técnica	4
1.5.2. Justificación económica	4
1.5.3. Justificación ambiental	5
1.6. Variables	5
1.6.1. Variable de caracterización	5
1.6.2. Variable de interés	5
1.7. Operacionalización de variables	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	7
2.1.1. Internacional	7
2.1.2. Nacional	9
2.1.3. Regional	10
2.2. Marco teórico	11
2.3. Marco conceptual	34
2.3.1. Agregados de construcción.	34
2.3.2. Agregados naturales.	34
2.3.3. Agregados artificiales	34
2.3.4. Densidad de los agregados.	35
2.3.5. Porosidad y absorción	35
2.3.6. Resistencia de los agregados	36



2.3.7. Tenacidad.....	36
2.3.8. Adherencia.	36
2.3.9. Dureza.....	37
2.3.10. Sanidad de los agregados.....	37

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación.....	38
3.2. Tipo de investigación.....	38
3.3. Enfoque de investigación.....	39
3.4. Nivel de investigación.....	39
3.5. Técnicas e instrumentos.....	40
3.6. Población y muestra.....	40
3.6.1. Población.....	40
3.6.2. Muestra.....	41
3.7. Validación y confiabilidad de instrumentos.....	41

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Propiedades físicas y mecánicas de los agregados.	43
4.1.1. Propiedades físicas de los agregados para la producción del concreto	43
4.1.2. Propiedades mecánicas de los agregados para la elaboración del concreto.....	44



4.1.3. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del material de la cantera Cabanillas.	45
4.2. Identificación de sustancias químicas contaminantes en agregados para e concreto de la cantera de Cabanillas.	46
4.2.1. Contaminación física del materialde la cantera Cabanillas.	47
4.2.2. Contaminación química del material de la cantera Cabanillas.....	47
4.2.3. Análisis de los efectos de la contaminación química en las propiedades del concreto.....	48
4.3. Incidencia de la contaminación química en los agregados para el concreto de la cantera Cabanillas.	55
4.3.1. Diseño de concreto de mezclas 210 kg/cm2 de resistencia con agregados de la cantera Cabanillas.	56
4.3.2. Evolución de la resistencia del concreto de 210 kg/cm2, con agregados contaminados.....	62
4.3.4. Incidencia de la contaminación química del material en la resistencia del concreto.....	64
4.3.5. Influencia de las sustancias químicas presentes en los agregados sobre la resistencia a la compresión del concreto.....	64
CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	74



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.	6
Tabla 2 Tamaño del agregado	13
Tabla 3 Capacidad del medidor y volumen en función del tamaño del agregado.	14
Tabla 4 Límites de compuestos perjudiciales en agregados finos.	16
Tabla 5 Límites de gradación conforme a la norma ASTM C 33-01.	18
Tabla 6 Clasificación de la arena según su módulo de finura.	18
Tabla 7 Clasificación del tipo de abrasión según la granulometría.	20
Tabla 8 Cantidades de material de muestreo para el análisis petrográfico.	23
Tabla 9 Composición del concreto.	31
Tabla 10 Lineamientos para evaluar las propiedades físicas de los agregados.	41
Tabla 11 Lineamientos para evaluar las propiedades mecánicas de los agregados.....	41
Tabla 12 Lineamientos para evaluar las propiedades químicas de los agregados.	42
Tabla 13 Lineamientos para la identificación de resistencia del concreto.....	42
Tabla 14 Propiedades físicas de los agregados para la elaboración de concreto.	44
Tabla 15 Propiedades resistentes de los agregados para el concreto de la cantera Cabanillas.....	45
Tabla 16 Grado de contaminación física en los agregados de la cantera Cabanillas.....	47



Tabla 17 Nivel de contaminación química en los agregados de la cantera Cabanillas.....	47
Tabla 18 Valoración de las sustancias químicas contaminantes con norma	48
Tabla 19 Presencia de sustancias nocivas en los agregados destinados al concreto.....	55
Tabla 20 Resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm ²	62
Tabla 21 Resistencia a la compresión de un concreto de 210 kg/cm ² elaborado con agregados lavados.	63
Tabla 22 Impacto de la presencia de contaminantes químicos en los agregados sobre la resistencia del concreto.....	64



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 División de agregados inocuos y dañinos.	28
Figura 2 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román.	106
Figura 3 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..	106
Figura 4 Muestreo de agregados	107
Figura 5 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..	108
Figura 2 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..	108
Figura 7 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..	109
Figura 8 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..	109
Figura 9 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..	110
Figura 2 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..	110
Figura 11 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..	111
Figura 12 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..	111
Figura 13 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..	112



Figura 14 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas	
– San Román.. ..	112
Figura 15 Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas	
– San Román.. ..	113



RESUMEN

La presente investigación titulada “Incidencia de la contaminación química en agregados del río cabanillas – juliaca a la resistencia del concreto” tuvo como objetivo determinar las características físicas y mecánicas de los agregados, identificar el grado de contaminación por sustancias químicas asociadas a explotaciones mineras (principalmente sulfatos/sulfuros, cloruros, carbón y lignito) y valorar su incidencia en la disminución de la resistencia del concreto producido con dichos materiales. La metodología correspondió a un enfoque cuantitativo, de tipo cuasi experimental y nivel explicativo, desarrollándose los ensayos conforme a normas y reglamentos vigentes (ASTM, AASHTO, NTP, MTC, entre otros). Los resultados evidenciaron que, si bien los agregados de la cantera Cabanillas presentan calidad en sus características físicas y mecánicas, los niveles de contaminación química por sulfatos/sulfuros, cloruros, carbón y lignito superan lo permitido por la normativa; por ello, se aplicó el lavado de agregados, logrando reducir la cantidad de dichas sustancias. Finalmente, se comprobó que la presencia de estos contaminantes disminuye la resistencia a compresión del concreto en más del 13%, concluyéndose que los agregados extraídos de cauces de río en la región Puno requieren control y tratamiento previo debido a su carácter agresivo para el concreto y su impacto negativo en el desempeño estructural.

Palabras clave: Agregados, contaminación química, resistencia del concreto.



ABSTRACT

This research, entitled "Impact of Chemical Contamination in Aggregates from the Cabanillas River (Juliaca) on Concrete Strength" aimed to determine the physical and mechanical characteristics of the aggregates, identify the level of contamination by chemical substances associated with mining activities (mainly sulfates/sulfides, chlorides, coal, and lignite), and assess their impact on the reduction of the strength of concrete produced with these materials. The methodology followed a quantitative approach, with a quasi-experimental design and an explanatory level, and the tests were conducted in accordance with current standards and regulations (ASTM, AASHTO, NTP, MTC, among others). The results showed that, although the aggregates from the Cabanillas quarry exhibit good physical and mechanical quality, the levels of chemical contamination by sulfates/sulfides, chlorides, coal, and lignite exceed the limits established by regulations; therefore, aggregate washing was applied, successfully reducing the amount of these substances. Finally, it was confirmed that the presence of these contaminants reduces the compressive strength of concrete by more than 13%, leading to the conclusion that aggregates extracted from riverbeds in the Puno region require control and prior treatment due to their aggressive nature toward concrete and their negative impact on structural performance.

Keywords: Aggregates, chemical contamination, concrete strength



INTRODUCCIÓN

La ciudad de **Juliaca (provincia de San Román, región Puno)** cuenta con diversas canteras destinadas a la extracción de **agregados finos y gruesos** para la elaboración de concreto, los cuales provienen principalmente de los **cauces de ríos** como el **Lampa**, la **cantera Cabanillas**, el **río Maravillas**, entre otros. El flujo y recorrido de estos ríos favorece una **renovación continua** de los agregados presentes en sus lechos; sin embargo, en las zonas altas se desarrolla **actividad minera** que utiliza sustancias químicas, las cuales terminan contaminando el agua y, en consecuencia, los agregados. Entre los contaminantes más relevantes se encuentran **sulfatos, cloruros, carbón y lignito**, cuya presencia resulta perjudicial por su carácter agresivo, afectando la calidad de los agregados y el desempeño del concreto. En ese contexto, la investigación tiene como propósito **determinar la incidencia** de dicha contaminación en la **disminución de la resistencia a compresión** del concreto, identificando previamente las características físicas y mecánicas afectadas en los agregados y cuantificando luego su impacto. Se establece que la reducción de resistencia guarda una **relación directa** con la cantidad de contaminantes presentes; por ello, cuando el nivel de contaminación es significativo, pueden aplicarse **tratamientos** a los agregados, como el **lavado**, procedimiento empleado en este estudio. Con base en esta problemática, el trabajo se desarrolló bajo un enfoque de investigación científica estructurado en capítulos: el **Capítulo I** aborda el problema de investigación (planteamiento en los niveles internacional, nacional y local, formulación del problema, objetivos, hipótesis, justificación y variables); el **Capítulo II** presenta el marco teórico (antecedentes, bases teóricas y literatura relacionada con las variables); el **Capítulo III** describe



la metodología (enfoque, tipo, nivel, diseño, método, ámbito, técnicas e instrumentos); y el **Capítulo IV** expone los resultados y su análisis en respuesta a los objetivos. Finalmente, el estudio culmina con **conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.**



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Exposición de la situación problemática

El cemento, actúa como aglomerante y, al combinarse con **agregados finos y gruesos** y **agua**, da origen al **concreto**, material ampliamente usado en obras como edificaciones, puentes, pavimentos y otras infraestructuras. En los últimos años ha crecido la preocupación por el **deterioro y la durabilidad** del concreto, debido en parte a la presencia de **sustancias químicas agresivas** (como **cloruros, sulfatos y ácidos**) que pueden estar en los agregados y que reducen especialmente la **resistencia a compresión**, afectando su vida útil. A nivel internacional, diversos estudios destacan que la “durabilidad” es un tema cada vez más relevante en países industrializados y que el ataque químico puede provenir tanto de la composición del concreto como del contacto externo, por lo que estas sustancias deben controlarse en su producción (Castillo Gutiérrez, 2019). En el Perú, donde el concreto se produce intensamente con agregados extraídos de ríos, la contaminación de las aguas por actividades como la minería e industrias agrava el problema; investigaciones nacionales señalan que **sulfatos y cloruros** perjudican la resistencia y recomiendan procedimientos económicos para separar contaminantes y el uso de aditivos como superplastificantes (Molero Pacheco y Ríos Vidarte, 2020). En el ámbito local, la

región Puno presenta minería formal e informal que descarga aguas con compuestos químicos hacia los ríos, contaminando arenas y gravas usadas en concreto; por ello, se resalta la necesidad de **controlar y reducir** estos elementos para asegurar calidad y durabilidad. Además, se advierte que uno de los ataques más severos asociados a agregados puede originarse por **ácido sulfúrico** generado a partir de sulfatos de hierro, provocando fisuración y ruptura del material, lo que refuerza la importancia de garantizar agregados con niveles aceptables de sustancias agresivas (Gonzales Rodríguez, 2019).

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo es la incidencia de la contaminación química en agregados del Cantera Cabanillas – Juliaca a la resistencia del concreto?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de los agregados del Cantera Cabanillas – Juliaca para producir concretos?
- ¿Cuáles son las sustancias químicas perjudiciales en los agregados del Cantera Cabanillas – Juliaca, para producir concretos?
- ¿Cómo es la incidencia de la contaminación química en agregados del Cantera Cabanillas – Juliaca a la resistencia del concreto producido?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la incidencia de la contaminación química en agregados del Cantera Cabanillas – Juliaca a la resistencia del concreto.



1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físicas y mecánicas de los agregados del Cantera Cabanillas – Juliaca para producir concretos.
- Identificar las sustancias químicas perjudiciales en los agregados del Cantera Cabanillas – Juliaca, para producir concretos.
- Cuantificar la incidencia de la contaminación química en agregados del Cantera Cabanillas – Juliaca a la resistencia del concreto producido.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La incidencia de la contaminación química en agregados no debe exceder a los límites que se indican en las recomendaciones ACI 201.2R o ACI 318 y de la ASTM C 150; valores mayores tienen incidencia en la disminución de la resistencia del concreto.

1.4.2. Hipótesis específica

Las características físicas y mecánicas de los agregados del río, deben cumplir lo establecido por el ACI.

Los agregados para el concreto, con sustancias químicos son: sulfatos, cloruros y ácidos en exceso, disminuyen la resistencia en compresión.

La presencia de sulfatos, cloruros, carbón y lignito en los agregados del Cantera cabanillas disminuye significativamente la resistencia a la compresión del concreto, generando una reducción superior al 10% respecto al concreto elaborado con agregados lavados.



1.5. Justificación

1.5.1. Justificación técnica

Los agregados son formaciones de partículas inorgánicas, tanto naturales como artificiales, cuyas dimensiones se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma NTP 400.011. La calidad de estos materiales resulta fundamental, ya que sus características físicas, químicas y térmicas inciden notablemente en las propiedades del concreto. Por ello, la presencia de elementos químicos perjudiciales como cloruros, sulfatos y ácidos debe ser identificada y eliminada, dado que afectan negativamente la resistencia a la compresión. En consecuencia, es indispensable implementar un proceso de control de calidad para los agregados.

1.5.2. Justificación económica

La selección de un agregado debe fundamentarse tanto en aspectos técnicos como en consideraciones económicas. Los parámetros técnicos pueden variar, ya que se establecen en función de factores como los métodos de prueba, el uso previsto del material y los beneficios económicos para quienes proveen y emplean el agregado. Es responsabilidad del encargado de la obra garantizar las propiedades físicas y químicas de los agregados, así como controlar posibles contaminaciones. En caso de detectar contaminantes, corresponde analizar el costo de limpiar el agregado de sustancias químicas o, en su defecto, optar por reemplazarlo con material de otras canteras, ya que alcanzar la resistencia requerida podría elevar el costo del concreto si se recurre a aditivos o procesos de purificación adicionales.



1.5.3. Justificación ambiental

Las estructuras efectuadas con concreto y estos tengan sustancias agresivas al concreto; pueden ser también dañinas al ser humano que emplean esas construcciones, por tanto, es inevitable la evaluación de las sustancias químicas contenidas en los agregados y su incidencia al medio ambiente en el servicio de esas construcciones.

1.6. Variables

1.6.1. Variable de caracterización

- Características de los agregados.

Indicadores:

- Características físicas de los agregados
- Características mecánicas de los agregados

1.6.2. Variable de interés

- Sustancias químicas contaminantes.

Indicadores:

- Sustancias químicas contaminantes en los agregados para la producción del concreto.
- Resistencia a la compresión del concreto con agregados contaminados.
- Resistencia a la compresión del concreto con agregados lavados.
- Incidencia de la variación de la resistencia en compresión del concreto



1.7. Operacionalización de variables.

Tabla 1

Operacionalización de variables.

Variables	Indicadores	Índices
Variable independiente		
(1). Características y sustancias químicas en los agregados	1.1. Características físicas y mecánicas de los agregados	1.1.1. Físicas: Contenido natural de humedad, peso unitario de agregado, peso específico y absorción, análisis granulométrico.
		1.1.2. Mecánicas: resistencia y desgaste
	1.2. Sustancias químicas contaminantes en los agregados	1.2.1. Sulfatos, cloruros, carbón y lignito
Variable dependiente		
(2). Incidencia de las sustancias químicas	2.1. Incidencia de las sustancias químicas contaminantes en los agregados en la resistencia en compresión al concreto	2.1.1. Resistencia a la compresión del concreto con agregados contaminados.
		2.1.2. Resistencia a la compresión del concreto con agregados lavados.
		2.1.3. Incidencia de la variación de la resistencia en compresión del concreto

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacional

Sierra Lemus, D. C (2024). en su trabajo de tesis titulado: "Sustancias reactivas nocivas en los agregados para concreto", desarrollado en la Universidad de San Carlos de Guatemala; concluye: Si bien los ensayos de laboratorio indican que una proporción importante de los agregados fluviales del área metropolitana de Guatemala exhibe potencial de reactividad con los álcalis debido a la presencia de componentes volcánicos en su constitución, el desempeño histórico de los concretos elaborados con dichos materiales ha sido, en términos generales, satisfactorio. No obstante, es pertinente sostener programas sistemáticos de evaluación de agregados tanto en la zona metropolitana como en el resto del país y, especialmente, implementar el monitoreo del comportamiento de estructuras en servicio para detectar oportunamente manifestaciones de reactividad álcali-sílice (RAS) en edificaciones existentes.

En particular, las dolomitas procedentes de las fuentes E y F resultan aptas para su uso en la fabricación de concreto sin inducir reacciones deletéreas, toda vez que las pruebas efectuadas demuestran que las canteras del área



metropolitana de Guatemala, de las cuales se tomaron las muestras, no reúnen las condiciones litológicas necesarias para activar tales procesos reactivos. (Sierra Lemus, D. C, pp. 153, 2024).

Mendoza Camey, V. G (2024). en su trabajo de tesis titulado: "Evaluación de la calidad de agregados para concreto, en el departamento de Totonicapán", desarrollado en la Universidad de San Carlos de Guatemala; concluye: De acuerdo con el análisis petrográfico detallado y el estudio de óxidos realizado al material grueso de la zona de Aldea Vásquez, se identificó que su composición está dominada por andesita, cuarzo y vidrio volcánico. En contraste, el arena procedente del río Samalá presenta un elevado contenido de pómez, acompañado de cuarzo y andesita, características que lo hacen poco recomendable para la producción de concreto, dado que estos minerales, al ser considerados "minerales vivos", tienden a modificar su estructura con el paso del tiempo, generando procesos de agrietamiento y, por ende, comprometiendo la durabilidad del material.

Asimismo, se evaluó la pertinencia de aplicar cuatro normas de referencia internacional consideradas de mayor relevancia para el estudio de agregados. Si bien la implementación de un espectro más amplio de ensayos podría haber aportado información complementaria sobre el comportamiento de los materiales, los resultados obtenidos a partir de las cuatro normas aplicadas fueron suficientes para emitir un dictamen técnico respecto a la calidad de los agregados analizados. (Sierra Lemus, D. C., 2024, pp. 245).



2.1.2. Nacional

Coaquira Coaquira, P. y Mamani Cauna, W. R (2022). en su trabajo de tesis titulado: "Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ En el estudio "utilizando agua de río y pozo subterráneo – Juliaca 2022", desarrollado en la Universidad César Vallejo (Perú), se confirma la hipótesis de trabajo: el empleo de agua fluvial y de agua subterránea en la elaboración del concreto reduce su resistencia a compresión en 10,48 % y 1,67 %, respectivamente, en comparación con la muestra de control preparada con agua potable.

Es importante señalar que, durante la realización del ensayo, tanto las propiedades físicas como químicas del agua proveniente del río Coata y del pozo cumplían con los límites establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 339.088, lo cual asegura la resistencia adecuada del concreto. No obstante, este cumplimiento podría verse afectado con el paso del tiempo debido a los cambios climáticos estacionales y el aumento de la contaminación, especialmente por la acumulación de residuos sólidos, factores que pueden modificar la composición del agua y, en consecuencia, su idoneidad para emplearse en la elaboración de concreto.

En lo referente a los agregados, se establece que deben cumplir de manera estricta los requisitos y especificaciones de la NTP 400.012 a fin de asegurar la obtención de un concreto de adecuada capacidad resistente. Bajo este marco, los agregados procedentes del Cantera cabanillas (Juliaca) resultan técnicamente recomendables; no obstante, su uso no se ha generalizado debido a sus mayores costos. Esta situación ha motivado que parte de la población recurra a hormigones elaborados con agregados fluviales de otras procedencias que no satisfacen la NTP, por razones de economía, lo que deriva en concretos



de calidad incierta. (Coaquira Coaquira, P. y Mamani Cauna, W. R., 2022, pp 156).

2.1.3. Regional

Chinchercoma Consuero, A. H (2021). en su trabajo de tesis titulado: "Evaluación del concreto elaborado con agregado del río San Gabán, El estudio realizado en la ciudad de San Gabán, Carabaya – Puno, durante el año 2021, desarrollado por la Universidad Alas Peruanas, Perú, se centró en el análisis de la incidencia de la contaminación química en los agregados del Cantera cabanillas en la resistencia del concreto. El diseño del concreto consideró tres resistencias distintas: $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, basándose en las tablas proporcionadas por el método del comité 211 del ACI. Se realizaron dosificaciones con dos tipos de agregados: uno proveniente del río San Gabán y otro de la cantera de Macusani. Las muestras de concreto fueron sometidas a ensayos de compresión a los 7 y 28 días, evaluando dos aspectos fundamentales: la trabajabilidad (medida a través del asentamiento) y la resistencia a la compresión. Los resultados obtenidos demostraron que el concreto elaborado con el agregado del río San Gabán cumplió satisfactoriamente con las resistencias planteadas, alcanzando los valores de $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, lo que evidenció la viabilidad del uso de este agregado en el diseño de concreto con diferentes resistencias. (Chinchercoma Consuero, A. H., 2021, pp. 244).

Apaza Turpo, C. D (2023). En su tesis titulada "Efecto de la dosificación de agua de la Bahía del Lago Titicaca y agua potable en la resistencia del concreto para edificaciones, Puno 2022", desarrollada en la Universidad Alas Peruanas, Perú, se concluye que la resistencia del concreto presenta variaciones

significativas a los 7 días de edad, dependiendo del tipo de agua utilizada en la mezcla. El análisis estadístico realizado con un nivel de significancia del 5% ($F_{cal} = 37.699$, F crítico cae en la región de rechazo) permite rechazar la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna. Esto implica que los puntajes promedio de la resistencia del concreto a los 7 días difieren significativamente entre las muestras elaboradas con agua contaminada de la bahía interior del Lago Titicaca y aquellas con agua potable, confirmando que la calidad del agua influye en la resistencia del concreto. Además, las evidencias obtenidas durante el proceso de experimentación indican que la resistencia del concreto aumenta significativamente a los 28 días de edad con el uso de agua contaminada de la bahía. A un nivel de significancia del 5% ($F_{cal} = 20.965$, F crítico cae nuevamente en la región de rechazo), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que los puntajes promedio de la resistencia del concreto disminuyen a los 28 días de edad cuando se utiliza agua contaminada de la bahía interior del Lago Titicaca. (Apaza Turpo, C. D., 2023, pp 148).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Características del agregado.

Existe una considerable incertidumbre en las características de los agregados utilizados en la fabricación de concreto, cuyas propiedades físicas y químicas generan diversos efectos tanto en la trabajabilidad del concreto como en su comportamiento en estado endurecido, lo cual influye directamente en su vida útil. Por esta razón, es fundamental comprender las características del agregado, tales como la densidad, granulometría y contenido de humedad, las cuales son esenciales para la correcta dosificación de las mezclas de concreto. Además, propiedades como la porosidad, forma, textura superficial y la

granulometría del agregado son determinantes para evaluar las características de las mezclas de concreto fresco. La composición mineral del agregado, junto con su porosidad, impacta directamente en la resistencia a la trituración, la dureza, el módulo de elasticidad y la sanidad del material, lo que, a su vez, afecta las propiedades del concreto endurecido que contiene dicho agregado (Biondy Lasso, A., 2021, pp. 154).

2.2.2. Análisis de las propiedades físicas de los agregados.

2.2.2.1. Absorción ASTM C-127 y ASTM C-128

Las características físicas del agregado, como la porosidad y la impermeabilidad, influyen de manera directa en su capacidad de absorción y en el peso específico del material. Estas variaciones impactan en el desempeño del concreto cuando se emplea un determinado tipo de agregado. La absorción se entiende como el incremento de masa que experimenta el agregado cuando el agua penetra en sus poros accesibles, lo cual repercute tanto en las propiedades del concreto fresco como en el endurecido (Murdock León. J, 2023, pp. 135).

2.2.2.2. Contenido de humedad ASTM C-566.

Los áridos están compuestos por humedad de saturación y humedad superficial o libre. Para ajustar el peso del material en las mezclas de concreto, es necesario determinar el porcentaje de humedad presente, así como el porcentaje de absorción del agregado. Un cambio del 1% en el contenido de humedad puede alterar el asentamiento del concreto en 1.5 pulgadas y afectar su resistencia en 300 lb/plg².

Para la preparación de mezclas de concreto, es fundamental que todos los cálculos se realicen bajo la premisa de que los agregados se encuentran en una condición de seco-saturado. Aunque no es posible que los agregados lleguen a

este estado ideal de forma natural, se puede alcanzar mediante un proceso adecuado. En cuanto a los agregados gruesos, su capacidad de absorción puede determinarse conforme a lo estipulado en la norma ASTM C-127, mientras que para los agregados finos, la medición debe seguir los lineamientos establecidos en la norma ASTM C-128. (Murdock León. J, 2023, pp. 143).

Se debe realizar la toma de una muestra representativa del material a evaluar, utilizando el procedimiento de cuarteo, para asegurar que la muestra sea adecuada y representativa. El peso de la muestra debe determinarse conforme a los valores establecidos en la Tabla 2, garantizando la precisión en el análisis subsiguiente

Tabla 2

Tamaño del agregado

Tamaño de agregado	Peso de la muestra
Menor de 4.76 μm	200 gramos
De 4.76 a 19.0 μm	500 gramos
De 19.0 a 38.1 μm	1000 gramos
Mayor a 38.1 μm	1000 gramos

2.2.2.3. Peso específico.

La densidad o masa específica de un material homogéneo se define como la masa por unidad de volumen. Sin embargo, cuando en lugar de la masa se mide el peso, se obtiene lo que se denomina peso específico. En el caso de los agregados, esta definición experimenta una modificación debido a la necesidad de determinar el peso del volumen aparente de estos materiales, es decir, el volumen sin descontar los poros y espacios vacíos. De esta manera, el peso específico aparente relativo se refiere a la relación entre el peso del volumen aparente de un material y el peso de un volumen aparente de otro material

utilizado como referencia, bajo condiciones de gravedad, temperatura y presión constantes. (Murdock León. J, 2023, pp. 150).

El peso específico relativo de los agregados finos se determina mediante los métodos establecidos en la norma ASTM C-128, mientras que para los agregados gruesos se emplea la norma ASTM C-127. Este procedimiento consiste en medir el desplazamiento de agua causado por un peso conocido de agregado en condición saturada y de superficie seca, utilizando para ello una probeta calibrada. El peso específico de los aridos generalmente oscila entre 2.4 y 2.9, siendo aquellos con mayor peso específico los de mejor calidad. Un peso específico bajo indica una mayor porosidad y menor durabilidad del agregado, lo que puede afectar negativamente su comportamiento frente a condiciones extremas como el congelamiento o la exposición a aguas agresivas. (Murdock León. J, 2023, pp. 156).

2.2.2.4. Peso unitario ASTM C-29.

La tabla a continuación presenta la capacidad del medidor y el volumen en función del tamaño del agregado.

Tabla 3

Capacidad del medidor y volumen en función del tamaño del agregado.

Tamaño nominal del agregado			Capacidad del medidor	
Plg	mm	P ³	l	m ³
1/2	12.5	1/10	2.8	0.0028
1	25	1/3	2.3	0.093
1 ½	35.5	½	14	0.014
3	75	1	28	0.028
4 1/2	112	2 ½	70	0.070
6	150	3 ½	100	0.100

2.2.2.5. Contenido de materia orgánica ASTM C - 40.

La materia orgánica presente en los agregados, particularmente en los finos, está compuesta principalmente por tejidos vegetales y animales, que contienen en su mayor parte carbono, nitrógeno y agua. Cuando esta materia se encuentra en grandes cantidades, puede perjudicar las propiedades del concreto, como su resistencia, durabilidad y el adecuado desarrollo del proceso de fraguado. Por ello, es fundamental controlar el contenido de materia orgánica en los aridos finos, ya que su presencia es nociva para la calidad del concreto. Este procedimiento tiene como objetivo identificar la presencia de compuestos orgánicos dañinos en los agregados finos utilizados en la fabricación de cemento, morteros o concretos. Las impurezas en el material fino reducen la resistencia a compresión del concreto y afectan la hidratación del cemento. Para llevar a cabo esta prueba, se tomará una muestra de aproximadamente 450 g (alrededor de 1 lb) de material fino. El propósito de este ensayo es evaluar el grado de contaminación del material fino, lo cual puede determinarse mediante una prueba colorimétrica de materia orgánica. Si el color obtenido es más oscuro de lo habitual (superior al número 3), se aceptará siempre que se confirme que dicho color oscuro proviene de la presencia de pequeñas partículas de carbón, lignito u otras partículas similares, ya que la norma permite un máximo de color 3 en este tipo de ensayo. (Murdock León. J, 2023, pp. 164).

La cantidad de impurezas orgánicas en los aridos finos no debe superar los valores establecidos en la tabla 4.

Tabla 4

Límites de compuestos perjudiciales en aridos finos.

Sustancia	Porcentaje máximo en peso del total de la muestra
Arcilla y partículas disgregables	3.0
Material más fino que el tamiz 200 (75µm):	3.0A
Concreto sujeto a abrasión Cualquier otro concreto	5.0A
Carbón y lignito:	
Cuando la apariencia del concreto es de importancia	0.5
Cualquier otro concreto	1.0

En el caso de la arena manufacturada, si el material tiene un tamaño de partícula más fino que el tamiz 200, se trata de un polvo de fractura, prácticamente libre de arcilla o esquisto. Bajo estas condiciones, los límites establecidos pueden incrementarse en un 5% para el caso de la fracción más fina, y en un 7% para otras fracciones correspondientes. (Murdock León. J, 2023, pp. 166).

Las especificaciones de los límites de sustancias nocivas en los aridos gruesos destinados a la fabricación de concreto se definen en función del tipo de agregado, la severidad de la abrasión y otros factores a los que estarán expuestos, de manera similar a lo que ocurre con los aridos finos. Dado que el material grueso utilizado en concreto está sujeto a la variación de humedad y a una exposición prolongada a la atmósfera, no debe contener materiales que puedan reaccionar de manera perjudicial con los álcalis del cemento, en cantidades capaces de causar una expansión excesiva en el mortero de concreto. (Murdock León. J, 2023, pp. 175).

Equipo: Se emplea una probeta plástica, soda cáustica con una pureza del 3%, una probeta de vidrio y, finalmente, un colorímetro (Murdock León. J, 2023, pp. 178).



Clasificación de la muestra de ensayo: El ensayo se llevará a cabo con una muestra de agregado que debe pesar entre 130 g como mínimo y 150 g como máximo, en su estado seco. La graduación de la muestra será aquella que mejor represente las características del agregado suministrado para el análisis. (Murdock León. J, 2023, pp. 179).

Procedimiento: Se pesa una cantidad de material, entre 130 g como mínimo y 150 g como máximo, en su estado seco, utilizando una probeta plástica. La solución de agua con soda cáustica debe tener una concentración del 3% de pureza. Se añade la solución a la probeta hasta que el material fino quede completamente humedecido, alcanzando una marca de 200 ml en la probeta, con el material inmerso en la solución. La mezcla se deja reaccionar durante 24 horas. Al día siguiente, se retira la solución y se transfiere el agregado a una probeta de vidrio para observar el cambio de color. El color observado se compara con la ayuda de un colorímetro, interpretándose los resultados según un valor máximo de #3. (Murdock León. J, 2023, pp. 179).

2.2.2.6. Granulometría ASTM C - 136.

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de materiales granulares de diferentes tamaños, la cual se expresa comúnmente en términos de porcentajes acumulados superiores o inferiores a cada uno de los rangos de tamaños o aberturas de mallas, o también en los porcentajes dentro de ciertos intervalos de aberturas de mallas. El análisis granulométrico y el tamaño máximo del agregado influyen en las proporciones relativas de los materiales, así como en los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, la capacidad de bombeo, la economía, la porosidad, la contracción y la durabilidad del concreto (Murdock León. J, 2023, pp. 186).

Tabla 5

Límites de gradación conforme a la norma ASTM C 33-01.

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8" (9.50 mm).	100 %
No. 4 (4.75 mm).	95 a 100 %
No. 8 (2.36 mm).	80 a 100 %
No. 16 (1.18 mm).	50 a 85 %
No. 30 (600 µm).	25 a 60 %
No. 50 (300 µm).	10 a 30 %
No. 100 (150 µm).	2 a 10 %

El material fino no debe tener más del 45% de su material retenido entre dos tamices consecutivos especificados en la tabla anterior.

Tabla 6

Clasificación de la arena según su módulo de finura.

Tipo de arena	Módulo de finura
Gruesa	2.90 - 3.20 Gramos
Media	2.20 - 2.90 Gramos
Fina	1.50 - 2.20 Gramos
Muy fina	1.50 Gramos

El módulo de finura debe encontrarse dentro del rango de 2.2 a 3.2. Si el valor experimenta una variación superior a 0.20 respecto al valor inicial utilizado para seleccionar las proporciones del concreto, se deberá rechazar el material, salvo que se realicen los ajustes necesarios para compensar la diferencia en la gradación. (Murdock León. J, 2023, pp. 189).

2.2.3. Examen de las propiedades mecánicas del material grueso.

2.2.3.1. Prueba de desgaste en la máquina de Los Ángeles según la norma ASTM C-131.

sufrido el agregado. El material grueso sometido a la prueba de desgaste no debe presentar una pérdida superior al 50% en peso. En caso de que se supere este límite, el material aún podrá ser utilizado siempre que garantice resistencias satisfactorias en el concreto con las proporciones seleccionadas. Este método se aplica a aridos gruesos de tamaño menor a 1½ pulgadas (37.5 mm) para determinar su resistencia al desgaste y rayado en la máquina de Los Ángeles. Se utilizan materiales de distintas gradaciones para clasificar el tipo de desgaste, el cual ocurre por fricción entre las esferas de acero durante un período de tiempo específico. El material debe encontrarse en estado seco antes de realizar el ensayo. El material grueso desgastado no debe presentar una pérdida superior a la especificada para los diversos usos estructurales. Para carreteras, el desgaste no debe exceder el 50% en peso, mientras que para concreto, este valor no debe superar el 40%. (Pasquel Carbajal, E., 2022, pp. 99).

2.2.3.2. Equipo y maquinaria.

Se utiliza la máquina de Los Ángeles, que debe cumplir con las especificaciones indicadas en la norma ASTM C-131. Esta máquina consiste en un cilindro hueco, cerrado en ambos extremos, con un diámetro interno de 28 pulgadas y una longitud interna de 20 pulgadas. El cilindro está montado en ejes, acoplados a sus extremos, pero sin atravesarlo, permitiendo que gire con el eje en posición horizontal. El cilindro dispone de una abertura para introducir la muestra de ensayo, la cual se cierra de manera hermética para evitar la salida

de polvo, utilizando una tapa que se adapta al cilindro y se fija con tornillos. A lo largo de una línea de la superficie interior del cilindro se instala una placa o paleta de acero removible, proyectada radialmente hacia el centro del cilindro, con un tamaño de 3 ½ pulgadas de ancho, que se extiende a lo largo de todo el cilindro. Las cargas abrasivas se componen de esferas de acero de aproximadamente 46.8 mm de diámetro, con un peso que varía entre 390 y 445 gramos por esfera. (Pasquel Carbajal, E., 2022, pp. 105).

2.2.3.3. Muestra de ensayo.

La muestra de ensayo estará compuesta por agregado que ha sido secado en horno a una temperatura entre 105 °C y 110 °C, hasta alcanzar un peso constante. En caso de que la cantidad de material necesario en cada tamiz no cumpla con la granulometría especificada en la tabla de la norma, pero presente partículas de mayor tamaño, estas podrán ser trituradas para completar el peso requerido. (Pasquel Carbajal, E., 2022, pp. 108).

Tabla 7

Clasificación del tipo de abrasión según la granulometría.

TIPO	TAMICES	PESO RETENIDO (gr).	No. DE ESFERAS	REV	TIEMPO (min).
A	1", 3/4", 1/2", 3/8"	1250 (+/-). 10	12	500	17
B	1/2" Y 3/8"	2500 (+/-). 10	11	500	17
C	1/4" Y No. 4	2500 (+/-). 10	10	500	17
D	No. 8	5000	6	500	17

2.2.4. Estudio petrográfico de los aridos conforme a la norma ASTM C-295.

La petrografía se enfoca en el estudio de la composición, estructura, disposición, relaciones mutuas, formación y alteración de las rocas. Cuando se trata únicamente de determinar la ubicación geológica de las rocas, la petrografía



no presenta particularidades, pero adquiere relevancia cuando se busca establecer su composición mineralógica. En pocas rocas los minerales tienen un tamaño lo suficientemente grande como para ser identificados mediante los métodos mineralógicos convencionales. En la mayoría de los casos, los minerales son tan pequeños que a simple vista son apenas reconocibles, e incluso su forma cristalina, que rara vez se manifiesta en los principales minerales petrográficos, no puede ser discernida. Además, los componentes de las rocas suelen estar tan firmemente unidos que no pueden ser separados sin el uso de técnicas auxiliares. Por esta razón, se han desarrollado métodos especializados para facilitar la identificación de los minerales en esta forma de asociación petrográfica. (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 135).

Los aridos constituyen aproximadamente tres cuartas partes del volumen de una mezcla de concreto, por lo que su mineralogía, tamaño máximo, gradación, forma y textura superficial ejercen un impacto significativo en las propiedades del concreto. Es crucial enfocar la atención, durante la descripción de los aridos, en aquellos que puedan influir negativamente en las propiedades del concreto. Es necesario identificar los componentes indeseables o potencialmente dañinos, tales como intraclastos de arcilla, mica libre, yeso, piritita y materiales que reaccionan con los álcalis. Los procedimientos específicos utilizados en el análisis petrográfico de cualquier muestra dependerán en gran medida del objetivo del examen y de la naturaleza de la muestra. En la mayoría de los casos, el examen requerirá el uso de microscopía óptica. La identificación de los minerales presentes en una muestra suele ser un paso indispensable para prever el comportamiento del material en su uso previsto, aunque esta identificación no constituye el objetivo final, ya que el valor de cualquier análisis

petrográfico depende en gran medida de la representatividad de las muestras examinadas. (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 140).

2.2.4.1. Relevancia y aplicaciones de los análisis petrográficos.

Los exámenes petrográficos se realizan con los siguientes objetivos:

- Evaluar las características físicas y químicas del material a analizar, y determinar su comportamiento para el uso al que será destinado.
- Describir y clasificar los componentes presentes en la muestra.
- Comparar muestras de aridos de nuevos yacimientos con muestras de agregados de uno o más yacimientos previos, utilizando datos archivados disponibles.

A continuación, se presentan los lineamientos para realizar un análisis petrográfico de los agregados para concreto, conforme a la norma ASTM C-295. (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 142).

2.2.4.2. Toma de muestras.

La recolección de muestras debe llevarse a cabo bajo la supervisión de un geólogo con los conocimientos y requisitos necesarios, considerando la ubicación exacta de donde se tomó la muestra, la geología del área y otros datos relevantes. En caso de disponer de material apilado, la muestra representativa no debe ser inferior a 45 kilogramos (100 libras) o 300 piezas o segmentos de cualquier tamaño del material a analizar. Es necesario realizar una selección de los apilamientos disponibles para obtener las muestras más representativas, que reflejen las características del agregado de mayor tamaño. Los depósitos no desarrollados de arenas y gravas deben ser muestreados mediante pruebas en trincheras excavadas manualmente, con el fin de anticipar la producción futura del material. Las muestras deben cumplir con las

cantidades mínimas de material indicadas en la tabla 8, procurando en todo momento que las muestras sean representativas de los depósitos. (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 145).

Tabla 8

Cantidades de material de muestreo para el análisis petrográfico.

Abertura del tamiz	Cantidad		
	kg	lb	Piezas
Mayores de 150 mm (6").	---	---	*
75 a 150 mm (3" a 6").	---	---	---
37.5 a 75 mm (1 ½" a 3").	180	400	30
19 a 37.5 mm (¾" a ½").	90	200	---
4.75 a 19 mm (No.4 a ¾").	45	100	---
Menores de 4.75 mm (No. 4).**	23	50	---

2.2.4.3. Arena, grava natural, roca triturada y roca anaquel.

En los estudios petrográficos de agregados, las muestras de grava y arena natural deben encontrarse completamente secas, con el fin de garantizar que su análisis se realice de acuerdo con el tamaño de los tamices correspondientes. Cada fragmento retenido en los tamices debe ser examinado de manera individual, comenzando por el material retenido en el tamiz de mayor abertura, lo que facilita la identificación de rocas de gran tamaño. La cantidad de partículas seleccionadas de cada tamiz para su análisis se determina en función de la precisión requerida para caracterizar adecuadamente las fracciones menos abundantes de la muestra. Los valores recomendados por este procedimiento representan cantidades mínimas, basadas en la experiencia práctica y en criterios estadísticos, con el objetivo de asegurar resultados representativos y confiables. (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 148).

2.2.4.4. Condiciones de las muestras.

Las muestras deben ser examinadas agrupando los granos según su tipo. Es fundamental identificar si existe algún conjunto de partículas con forma reconocible dentro de un grupo, ya que comúnmente los agregados presentan distintos grados de desgaste que requieren ser clasificados en categorías de acuerdo con su estado y comportamiento en el concreto. Por lo general, no es necesario reconocer más de tres condiciones para cada tipo de roca, ya que el análisis de una o dos categorías suele ser suficiente. Sin embargo, cuando un componente específico se encuentra en cantidades significativas, puede ser necesario establecer hasta cuatro grupos según su condición. (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 151).

2.2.4.5. Registros.

Una vez finalizado el examen, las observaciones registradas deben incluir información suficiente para elaborar las tablas correspondientes y su respectiva descripción. Dichas tablas deben detallar la condición y composición de las muestras, organizadas según el tamiz utilizado, indicando además el peso de cada muestra y su granulometría al momento de ser recibida, garantizando así un registro completo y representativo de las características de los agregados. (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 157).

2.2.4.6. Informes y cálculos.

El informe del examen petrográfico debe presentar de manera resumida y clara los datos esenciales que permitan la correcta identificación de la muestra, indicando su origen, propósito y uso, así como una descripción detallada de las propiedades de los elementos que la componen, conforme a los resultados del análisis. Asimismo, el documento debe incluir los procedimientos utilizados



durante la prueba, junto con una descripción de la naturaleza y composición de la muestra, respaldada por tablas y fotografías que faciliten la interpretación de los datos. Es fundamental que el informe comunique los hallazgos y posibles conclusiones de manera comprensible para quienes deban evaluar la idoneidad del material como agregado en el concreto. En los casos en que no se pueda determinar con certeza la presencia de elementos que puedan afectar negativamente al concreto, se debe indicar cualitativamente el tipo de característica observada y cuantificar, en lo posible, su magnitud. Igualmente, deben señalarse todos los componentes considerados desfavorables para el concreto y especificarse si la muestra fue tomada en condiciones adversas que puedan influir en su comportamiento (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 164).

2.2.5. Evaluación de la reactividad potencial de los agregados mediante ensayos químicos conforme a la norma ASTM C-289.

2.2.5.1. Aplicación y uso.

Este ensayo establece un método químico destinado a evaluar la reactividad potencial de los agregados frente a los álcalis presentes en el cemento Portland. La prueba se basa en la magnitud de la reacción que se desarrolla durante 24 horas a 80 °C entre una solución de hidróxido de sodio 1 N y un agregado previamente triturado y tamizado, de manera que pase por un tamiz No. 50 y quede retenido en un tamiz No. 100. Se ha demostrado que las reacciones entre el hidróxido de sodio y los agregados silíceos presentan una correlación significativa con el comportamiento de los agregados en estructuras de concreto, por lo que este método resulta fundamental al evaluar nuevas fuentes de agregados antes de su uso en la fabricación de concreto (Biondy Lasso, A., 2021, pp. 68).

2.2.5.2. Selección y preparación de la muestra.

Este ensayo es aplicable tanto a agregados finos como gruesos, y cuando ambos provienen de la misma fuente o banco, puede evaluarse el agregado total como una sola muestra. La preparación de la muestra debe realizarse a partir de una porción representativa del material, triturándolo inicialmente hasta que pase por el tamiz de 300 μm (No. 50), siguiendo el procedimiento descrito a continuación:

1. Reducción del material grueso: triturar el material hasta que pueda pasar por el tamiz de 4,75 mm (No. 4).
2. Tamizado del agregado: tanto el material grueso triturado como la arena deben ser tamizados para obtener partículas de 150 μm , descartando el material que pase este tamiz.
3. Pulverización del material retenido: el material retenido en el tamiz de 300 μm debe ser pulverizado repetidamente mediante un disco pulverizador, realizando un tamizado tras cada pulverización.
4. Obtención de la muestra final: el material debe ser reducido hasta que pase por el tamiz de 300 μm , evitando en la medida de lo posible la presencia de finos que atraviesen el tamiz No. 100. La fracción retenida en el tamiz de 150 μm será la muestra definitiva para la realización del ensayo.

Este procedimiento asegura que la muestra sea representativa y adecuada para evaluar con precisión la reactividad potencial del agregado en el concreto. (Biondy Lasso, A., 2021, pp. 75).

2.2.5.3. Procedimiento.

En este ensayo, se pesan tres porciones representativas de la muestra seca, comprendida entre los tamices No. 50 y No. 100, con un peso de $25,00 \pm 0,05$ g cada una. Cada fracción se coloca en uno de tres recipientes, a los cuales se les adicionan 25 cm^3 de solución de NaOH 1.000 N mediante pipeta. Un cuarto recipiente se utiliza como blanco, agregando también 25 cm^3 de la misma solución de NaOH.

Los cuatro recipientes se sellan cuidadosamente tras agitar suavemente para liberar el aire atrapado y se colocan inmediatamente en un baño líquido o de aire mantenido a $80 \pm 1,0$ °C. Tras $24 \pm 0,25$ horas, los envases se retiran del baño y se enfrían bajo un flujo de agua durante 15 ± 2 minutos hasta alcanzar una temperatura inferior a 30 °C.

Una vez enfriadas, las soluciones se filtran para separar los residuos del agregado, asegurando la homogeneidad del filtrado mediante agitación. Posteriormente, se toma una alícuota de 10 cm^3 del filtrado, la cual se diluye con agua hasta 200 cm^3 en un matraz volumétrico. Esta solución diluida se conserva para la determinación de la sílice disuelta y la reducción en alcalinidad, siguiendo las fórmulas y procedimientos establecidos por la norma ASTM correspondiente.

Este procedimiento permite evaluar con precisión la reactividad potencial del agregado frente a los álcalis, garantizando la representatividad y confiabilidad de los resultados (Biondy Lasso, A., 2021, pp. 79).

2.2.5.4. Interpretación de los resultados.

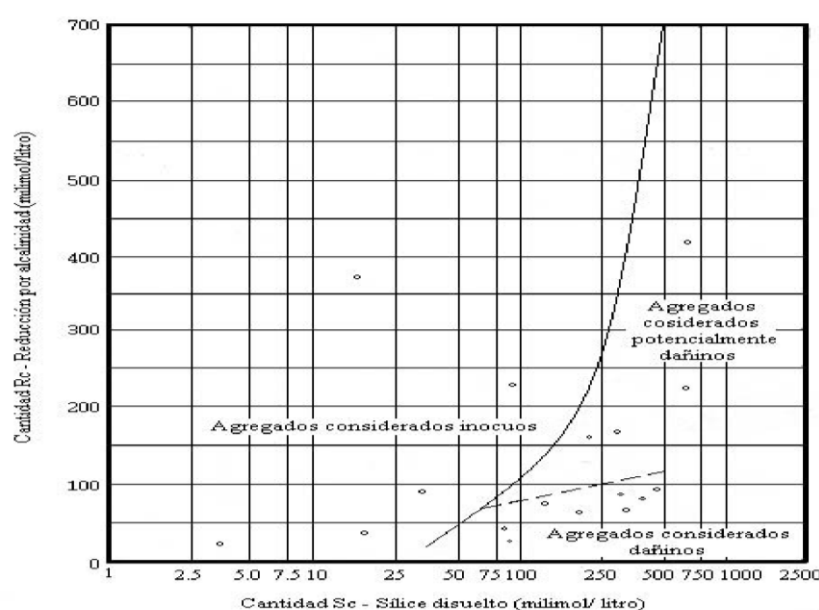
Diversos estudios han demostrado que los resultados obtenidos mediante este método muestran una correlación significativa con el comportamiento real de los agregados en estructuras de concreto. Específicamente, se ha

evidenciado la relación entre la expansión de barras de mortero, elaboradas con cementos de alto contenido de álcalis, y los hallazgos obtenidos en los exámenes petrográficos de los agregados, lo que permite prever el desempeño del material en condiciones de servicio. (Biondy Lasso, A., 2021, pp. 86).

Seguidamente, se presenta la clasificación de los agregados según su comportamiento químico, distinguiendo entre aquellos considerados inocuos y aquellos que se identifican como potencialmente dañinos para la resistencia y durabilidad del concreto.

Figura 1

División de agregados inocuos y dañinos.



Nota. (Biondy Lasso, A., 2021, pp. 86).

2.2.6. Ensayo de sulfato (ASTM C-88) para evaluar durabilidad química de los agregados.

La prueba de resistencia de los agregados mediante sulfato de sodio evalúa la capacidad de los materiales pétreos para soportar la acción de agentes químicos y las tensiones internas generadas por la cristalización de sales en sus



poros, simulando el efecto del congelamiento del agua. En este ensayo, la muestra se somete a cinco ciclos de inmersión en una solución de sulfato de sodio (240 g/L), para luego determinar la pérdida de masa tras el lavado y secado, verificando así su cumplimiento con las especificaciones normativas.

El procedimiento permite identificar la resistencia al intemperismo de los agregados, considerando su densidad, porosidad y absorción, factores críticos que influyen en la durabilidad del concreto expuesto a ambientes agresivos. Agregados con porosidad excesiva pueden presentar daños internos debido a la expansión del agua durante la congelación. Asimismo, para concretos expuestos a suelos o soluciones sulfáticas, es imprescindible utilizar cemento resistente a sulfatos, controlar la relación agua-material cementante y asegurar una resistencia mínima f'_c , garantizando así la durabilidad y desempeño estructural del material (Pasquel Carbajal, E., 2022, pp. 129).

La ASTM C-88 establece el método para evaluar la resistencia de los agregados a la desintegración ocasionada por sulfatos, especialmente sulfato de sodio o magnesio. Según ASTM (2018), los agregados que presentan presencia significativa de sulfatos, cloruros, carbón o lignito tienden a deteriorarse más rápidamente cuando son sometidos a ciclos de humedecimiento y secado, lo que compromete su estabilidad física y química.

La presencia de sulfatos en los agregados es especialmente crítica, dado que pueden reaccionar con los compuestos hidratados del cemento, generando productos expansivos como etringita secundaria. Este fenómeno, conocido como Expansión por Sulfatos Internos (ESI), ocasiona microfisuración progresiva, pérdida de cohesión y reducción de la resistencia a compresión del concreto (Mehta & Monteiro, 2014). Del mismo modo, los cloruros presentes en los

agregados aceleran el proceso de corrosión del acero de refuerzo, reduciendo la vida útil de las estructuras expuestas (Neville, 2011).

En el contexto de esta investigación, los agregados del Cantera Cabanillas presentan contenidos medibles de sulfatos y cloruros, razón por la cual su caracterización mediante criterios establecidos en la ASTM C-88 es fundamental. Los contaminantes detectados permiten anticipar no solo una reducción inicial de la resistencia mecánica del concreto, sino también una disminución significativa de la durabilidad de las estructuras en servicio. Por ello, la fundamentación técnica de esta norma resulta crítica para explicar el comportamiento observado en las probetas elaboradas con agregados contaminados.

2.2.7. Diseño de mezclas.

2.2.7.1. Concreto

El concreto u hormigón se define como una mezcla cuidadosamente dosificada de agregados inertes, cemento y agua. En el caso del concreto de cemento Portland, este se compone de una fase activa, representada por la pasta formada por cemento y agua, que actúa como agente aglutinante, y de una fase inerte, constituida por los agregados. La proporción de cada uno de estos componentes en la mezcla se regula estrictamente de acuerdo con criterios técnicos y normativos, con el fin de garantizar tanto la trabajabilidad del concreto fresco como las propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto endurecido (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 169).

- La mezcla de concreto fresco debe presentar características de trabajabilidad adecuadas, que permitan su manipulación, transporte y colocación de manera eficiente.
- Una vez endurecido, el concreto debe garantizar las propiedades mecánicas esperadas, incluyendo la resistencia estructural y la durabilidad frente a los agentes ambientales y cargas de servicio.
- El costo total del concreto debe mantenerse dentro de los límites mínimos posibles, sin comprometer la calidad y desempeño requeridos para el proyecto.

Tabla 9*Composición del concreto.*

Poros		Sólidos	
Aire y agua libre	Cemento hidratado agua	Agregados	
		Fino	Grueso
		Variable. Depende de grado de reacción entre cemento, agua y grado de exposición.	
Pasta cemento		División arbitraria entre agregado grueso y fino (4.76 mm 3/16").	
		Agregado inerte.	

Nota. Normas de la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales.

2.2.7.2. Agregados

En la composición volumétrica del concreto, aproximadamente tres cuartas partes del volumen total están constituidas por los agregados, mientras que el resto del espacio corresponde al agua, cemento y pequeños vacíos que siempre permanecen una vez colocado el material, generando microporos de aire dentro de la matriz. La fase sólida del concreto se compone de los agregados, una fracción del cemento original y el nuevo producto resultante de la hidratación del cemento con el agua. Con el transcurso del tiempo, la cantidad de agua libre dentro de la mezcla depende del grado de hidratación alcanzado y de la pérdida

de agua por evaporación de la masa de concreto (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 170).

2.2.8. Funciones de la pasta y del agregado.

Funciones de la pasta. La pasta formada por la mezcla de agua y cemento, considerada el componente activo del concreto, cumple dos funciones fundamentales:

- Ocupa los espacios vacíos entre las partículas de agregado, proporcionando lubricación a la mezcla fresca y asegurando impermeabilidad en el concreto una vez endurecido.
- Contribuye directamente a la resistencia mecánica del concreto endurecido, siendo determinante para su desempeño estructural. (Pasquel Carbajal, E., 2022, pp. 132).

Funciones del agregado. El agregado cumple tres funciones esenciales dentro de la mezcla de concreto:

- Actúa como un material de relleno económico que disminuye la cantidad de cemento necesaria en la mezcla, optimizando el costo del concreto.
- Proporciona una estructura de partículas con propiedades mecánicas adecuadas, capaz de resistir cargas, desgaste, penetración de humedad y los efectos de las condiciones climáticas.
- Contribuye a la estabilidad dimensional del concreto, al minimizar los cambios volumétricos derivados del endurecimiento de la pasta agua-cemento y de las variaciones de humedad. (Pasquel Carbajal, E., 2022, pp. 145).

2.2.9. Diseño de mezclas de concreto.

El diseño de una mezcla de concreto implica establecer de manera precisa las proporciones relativas de los distintos materiales constituyentes, con el objetivo de obtener un concreto que cumpla con los requisitos de desempeño necesarios para su aplicación específica. Este proceso asegura que la mezcla resultante tenga las propiedades de trabajabilidad, resistencia y durabilidad adecuadas para el uso previsto, considerando además las características particulares de los agregados utilizados, incluyendo su posible contaminación química. (Pasquel Carbajal, E., 2022, pp. 165).

La resistencia y durabilidad del concreto, es decir, su calidad, dependen principalmente de la relación agua cemento en la pasta y de la granulometría y características del agregado. Además de cumplir con los requisitos de trabajabilidad, la mezcla se ve influenciada por la proporción relativa de agregados finos y gruesos a emplear. Una vez establecidas la resistencia y la trabajabilidad deseadas, se determina la relación agua cemento adecuado, así como la cantidad aproximada de agua necesaria para alcanzar la trabajabilidad, considerando el tipo y tamaño de los agregados. Posteriormente, se calcula la cantidad de cemento y de agregados, teniendo en cuenta el porcentaje de arena según su módulo de finura y el tamaño máximo del agregado. Estas cantidades se estiman inicialmente por volumen absoluto o volumen de sólidos y luego se convierten a pesos mediante el conocimiento del peso específico de cada material, obteniéndose así la mezcla preliminar. Finalmente, se realizan mezclas de prueba en laboratorio para verificar que la masa posee la docilidad, trabajabilidad y resistencia requeridas, efectuando los ajustes necesarios según los resultados obtenidos. (Pasquel Carbajal, E., 2022, pp. 181).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Agregados de construcción.

Se denomina agregados al material granular, como arena, grava, piedra triturada o seleccionada, que se utiliza como componente inerte en la formación de concreto o mortero hidráulico, actuando como soporte del material cementante. También se les conoce como áridos inertes, y su presencia es significativa en las mezclas: representan aproximadamente entre el 70% y 85% del volumen en el concreto hidráulico, entre el 92% y 96% en el concreto asfáltico, y en pavimentos constituyen entre el 75% y 90% de la mezcla total. (Ávila Doss, M., 2023, pp. 35).

2.3.2. Agregados naturales.

Los agregados utilizados en la construcción pueden provenir directamente de la explotación de canteras o ser transportados y depositados por la acción de los ríos. De acuerdo con su origen, se clasifican en agregados de cantera y agregados de río. Esta distinción resulta importante debido a que los agregados de río, al estar sometidos a procesos de transporte y arrastre, desarrollan una textura lisa y formas redondeadas, mientras que los agregados obtenidos de canteras presentan una superficie rugosa y geometría angular, derivada de su extracción mecánica. Estas características morfológicas influyen directamente en el comportamiento mecánico del concreto, especialmente en la adherencia entre pasta y agregado, y por ende en su resistencia final. (López Díaz, R. E., 2020, pp. 35).

2.3.3. Agregados artificiales.

Existen agregados que provienen de productos y subproductos de procesos industriales, entre los cuales se incluyen arcillas expandidas, escorias

provenientes de altos hornos y limaduras de hierro, entre otros. Estos materiales son utilizados, en ciertas circunstancias, para la elaboración de concretos de baja resistencia, donde sus propiedades particulares permiten reemplazar parcial o totalmente a los agregados naturales, ajustando características como densidad, trabajabilidad y comportamiento frente a cargas. (Ávila Doss, M., 2023, pp. 58).

2.3.4. Densidad de los agregados.

La densidad de los agregados está directamente relacionada con la naturaleza de la roca madre de la cual se originan. En términos generales, la densidad se define como la relación entre el peso y el volumen de una determinada masa. Sin embargo, dado que las partículas de agregado están constituidas por minerales y presentan poros o vacíos internos, que pueden encontrarse vacíos, parcialmente saturados o completamente llenos de agua dependiendo de su permeabilidad, resulta necesario diferenciar entre los distintos tipos de densidad al momento de caracterizarlos para su uso en mezclas de concreto (Sánchez Berbejo, D., 2022, pp. 58).

2.3.5. Porosidad y absorción.

La porosidad de los agregados constituye una propiedad fundamental, estrechamente vinculada con la adherencia de las partículas al cemento, así como con su resistencia a la compresión y a la flexión. Esta característica influye significativamente en el comportamiento del concreto frente a ciclos de congelamiento y deshielo y ante la exposición a condiciones de intemperismo. La porosidad se relaciona directamente con la capacidad de absorción de agua u otros líquidos, la cual depende tanto del número y tamaño de los poros como de su conectividad o continuidad dentro de la estructura de las partículas del agregado (Sánchez Berbejo, D., 2022, pp. 25).

2.3.6. Resistencia de los agregados.

En la utilización de agregados dentro de obras de ingeniería, como ocurre en el concreto hidráulico, la resistencia del material final está directamente condicionada por la resistencia intrínseca del agregado. Esta resistencia se encuentra vinculada tanto con la estructura interna de los granos que conforman las partículas, como con el proceso de trituración y explotación al que han sido sometidos. Cabe señalar que procedimientos inapropiados durante la extracción o procesamiento pueden generar microdefectos en las partículas, los cuales afectan de manera anticipada su desempeño mecánico en el concreto (Valdivia Juárez, W., 2023, pp. 25).

2.3.7. Tenacidad.

La tenacidad se refiere a la capacidad del agregado para resistir esfuerzos de impacto. Esta propiedad es de gran relevancia en la manipulación y transporte de los agregados, ya que aquellos con baja resistencia al impacto pueden fragmentarse o alterar su distribución granulométrica, lo que, a su vez, puede comprometer la calidad y desempeño estructural del concreto en la obra (Valdivia Juárez, W., 2023, pp. 25).

2.3.8. Adherencia.

Tanto en el concreto hidráulico como en el concreto asfáltico, la adherencia de los agregados constituye una propiedad fundamental, dado que la resistencia y durabilidad de estas mezclas dependen en gran medida de la capacidad de vinculación entre los agregados y el material cementante. Esta característica está influenciada por factores como la forma, la textura superficial y el tamaño de las partículas que componen el agregado, los cuales determinan la eficiencia del anclaje dentro de la matriz de la mezcla (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 156).

2.3.9. Dureza.

Se entiende por resistencia al desgaste la capacidad del agregado para soportar la fricción y la acción continua de uso sin deteriorarse significativamente. En aplicaciones como pavimentos, carreteras y pisos, resulta especialmente crítico que los agregados presenten una alta resistencia a la abrasión, ya que esta propiedad garantiza la durabilidad y el desempeño estructural de la superficie expuesta a tránsito constante y cargas repetidas (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 158).

2.3.10. Sanidad de los agregados.

La sanidad de los agregados se define como su capacidad de resistir variaciones volumétricas significativas derivadas de la exposición a condiciones climáticas y agentes de intemperismo. Esta propiedad está directamente condicionada por factores como la procedencia geológica del agregado, su granulometría, la forma y textura de las partículas, así como su porosidad, los cuales determinan su estabilidad frente a cambios ambientales y su contribución a la durabilidad del concreto (Rivva Lopez, E., 2024, pp. 166)..



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), el diseño cuasi experimental se caracteriza por la manipulación limitada de una variable para observar su efecto en una variable dependiente, manteniendo controladas las condiciones de estudio. En este sentido, el presente trabajo adopta un diseño de investigación experimental, debido a que se manipula la condición del agregado (contaminado y lavado) como variable independiente, con el propósito de evaluar su efecto sobre la resistencia a la compresión del concreto. Por ello, el estudio establece un grupo experimental elaborado con agregados contaminados y un grupo control elaborado con agregados lavados, permitiendo determinar de manera causal la incidencia de la contaminación química en el comportamiento mecánico del concreto.

3.2. Tipo de investigación

El presente estudio se clasifica como de tipo aplicada, dado que busca demostrar el efecto perjudicial de compuestos como sulfatos, cloruros, carbón y lignito sobre el concreto. Asimismo, permite establecer estrategias de control y mitigación, como el lavado de los agregados, que reduce la concentración de

estas sustancias químicas, contribuyendo así a mejorar la resistencia a la compresión del concreto elaborado.

3.3. Enfoque de investigación

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo, dado que se centra en la evaluación objetiva de un problema específico, considerando las propiedades físicas y mecánicas de los agregados utilizados en la elaboración de concreto. Mediante ensayos de laboratorio, se determina de manera numérica la presencia de sustancias químicas agresivas, como sulfatos, cloruros, carbón y lignito, con el propósito de analizar la incidencia de dichos compuestos sobre la resistencia a la compresión del concreto producido.

3.4. Nivel de investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el nivel explicativo busca identificar las causas que originan un fenómeno y establecer relaciones de dependencia entre variables. En esta investigación, el nivel de estudio es explicativo-causal, ya que se pretende determinar cómo la contaminación química presente en los agregados del Cantera cabanillas (variable independiente) incide directamente en la resistencia a la compresión del concreto (variable dependiente). De esta manera, el estudio no solo describe el problema, sino que explica el efecto de la contaminación mediante la medición comparativa entre agregados contaminados y agregados lavados.

3.5. Técnicas e instrumentos

- Características físicas de los agregados:
 - Contenido natural de humedad
 - Peso unitario de agregado
 - Peso específico y absorción
 - Análisis granulométrico
- Características mecánicas de los agregados:
 - Resistencia y desgaste
- Contaminación química:
 - Contaminación con sulfatos y cloruros
 - Contaminación con carbón y lignito
 - Partículas livianas
 - Terrones de arcilla
 - Material menor de malla 200
 - Rotura de briqueta

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

Los ríos de la región Puno, debido a sus particularidades geomorfológicas, contienen en sus lechos agregados con propiedades adecuadas para ser utilizados en la fabricación de concreto; estos ríos por ejemplo son: Río Maravillas, río Azángaro, Cantera cabanillas, río Lampa; entre otros. Las partes altas donde se originan estos ríos se tiene empresas que se dedican a la explotación de minerales; para ello emplean sustancias químicas como los sulfatos cloruros, carbón y lignito que son sustancias agresivas al concreto producido. El presente estudio considera el análisis de estas características.

3.6.2. Muestra

Como muestra del trabajo de investigación que se desarrolla considera la cantera de agregados Cabanillas que se ubica en el distrito del mismo nombre, cuyas características son:

- Muestra elegida intencionalmente.
- Volumen de explotación considerable e inagotable.
- Los agregados extraídos de esta cantera son utilizados como material principal en la fabricación de concreto destinado a la construcción en la ciudad de Juliaca.
- Longitud promedio del río 180.00 km.

3.7. Validación y confiabilidad de instrumentos

- Características físicas de los agregados:

Tabla 10

Lineamientos para evaluar las propiedades físicas de los agregados.

Características	Normas
Contenido natural de humedad	ASTM D - 2216, NTP 33.9 127
Peso unitario de agregado	ASTM C - 128
Peso específico y absorción	ASTM C - 128, ASTM C - 127
Análisis granulométrico	MTC E – 204 - 2000

- Características mecánicas de los agregados:

Tabla 11

Lineamientos para evaluar las propiedades mecánicas de los agregados.

Características	Normas
Resistencia y desgaste	ASTM C - 131, ASTM C - 535

Nota. Normas vigentes.

- Contaminación química:

Tabla 12

Lineamientos para evaluar las propiedades químicas de los agregados.

Características	Normas
Contaminación con sulfatos y cloruros	AASHTO 290 - 291
Contaminación con carbón y lignito	MTC E 215
Partículas livianas	MTC E 211
Terrones de arcilla	MTC E 212
Material menor de malla 200	MTC E 137

Nota. Normas vigentes.

- Incidencia en la resistencia del concreto:

Tabla 13

Lineamientos para la identificación de resistencia del concreto.

Características	Normas
Registro de resistencia del concreto con agregados contaminados	ASTM C 39, NTP 339.034
Registro de resistencia del concreto con agregados lavados	ASTM C 39, NTP 339.034

Nota. Normas vigentes.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Propiedades físicas y mecánicas de los agregados.

En la elaboración del concreto, resulta fundamental evaluar tanto las propiedades físicas como las tipologías mecánicas de los agregados, ya que estas determinan de manera directa el comportamiento, la resistencia y la durabilidad del material final.

4.1.1. Propiedades físicas de los agregados para la producción del concreto

Las características a determinarse deben considerar:

- El contenido de humedad (%)
- El peso unitario suelto (kg/m³)
- El peso unitario compacto (kg/m³)
- El peso específico (gr/cm³)
- La absorción (%)
- El módulo de fineza
- Las partículas livianas (%)
- Terrones de arcilla y partículas deleznales (%)
- Material más fino que el tamiz 75 (N° 200)

Una vez ejecutados los ensayos correspondientes, a continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 14

Propiedades físicas del material para la elaboración de concreto.

Características físicas	A.F.	A.G.
Contenido de humedad (%)	7.36	5.40
Peso unitario suelto (kg/m^3)	1470.28	1621.53
Peso unitario compacto (kg/m^3)	1647.84	1810.33
Peso específico (gr/cm^3)	2.56	2.57
Absorción (%)	1.18	0.56
Módulo de fineza	2.76	7.21
Partículas livianas (%)	0.65	1.35
Terrones de arcilla y partículas deleznales (%)	17.74	12.79
Material más fino que malla 200	15.69	-

4.1.2. Propiedades mecánicas de los agregados para la elaboración del concreto.

Las características de resistencia de estos agregados se evalúan mediante los siguientes parámetros:

- Su resistencia al desgaste (%)
- Su porcentaje de pérdida (%)

Una vez ejecutados los ensayos correspondientes, los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 15

Propiedades resistentes del material para el concreto de la cantera Cabanillas.

Características	A.G.
Resistencia al desgaste (%)	61.10
Porcentaje de pérdida (%)	30.90
Perfil	Redondeado
Tipo de agregado	Natural
AASHTO	T – 26
ASTM	C – 131

4.1.3. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del material de la cantera Cabanillas.

El aseguramiento de la calidad del material dentro del sistema de control de materiales es fundamental para garantizar que se alcance el nivel de calidad requerido para su uso en concreto. Las prácticas asociadas a un control adecuado incluyen inspecciones visuales periódicas y ensayos continuos de control de calidad, siguiendo estrictamente los procedimientos de producción y manipulación, así como la ejecución de pruebas de aceptación, ya sea al momento de la adquisición del agregado o durante su incorporación al concreto. El objetivo del control de calidad del agregado es supervisar y regular el proceso productivo, asegurando un material homogéneo que cumpla con los requisitos y especificaciones técnicas al ser utilizado en mezclas de concreto.

Cuando una cantera ha sido muestreada y evaluada, confirmándose que los materiales son aptos para su uso en concreto, los parámetros de control deben aplicarse a aquellas propiedades del agregado susceptibles a variaciones

debido a los procesos de extracción, transporte y almacenamiento. Entre estas propiedades se incluyen comúnmente la granulometría, el contenido de humedad, la morfología de las partículas y la limpieza del material. No obstante, es recomendable evaluar periódicamente otras características importantes, como la composición mineralógica, el contenido de iones cloruro, la gravedad específica, la absorción, la resistencia a la abrasión y la presencia de materiales indeseables, con el fin de identificar posibles cambios dentro de la cantera.

Un sistema de control de calidad eficaz busca minimizar la influencia de las variaciones del agregado sobre las propiedades del concreto, tanto de manera diaria como por tanda de producción. Las actividades de control comprenden la inspección sistemática de la cantera y de la planta de procesamiento, el seguimiento del manejo del material a lo largo de toda la cadena hasta la planta dosificadora, el muestreo y ensayo rutinario en distintos puntos del proceso, y la aplicación inmediata de acciones correctivas cuando se detecten desviaciones, asegurando así la uniformidad y confiabilidad del concreto producido.

4.2. Identificación de sustancias químicas contaminantes en agregados para e concreto de la cantera de Cabanillas.

Las respuestas a este ítem están basadas en la contaminación física y química de los agregados, generada especialmente por el agua que circula por el río y está contaminada en todo el recorrido de las aguas; para un análisis mínimo se consideran los siguientes:

- Contaminación física natural
- Contaminación química natural

4.2.1. Contaminación física del material de la cantera Cabanillas.

Está Se fundamenta en los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 16

Grado de contaminación física en los agregados de la cantera Cabanillas.

Características físicas	Estado natural		Lavado	
	A. F.	A. G.	A. F.	A. G.
Partículas livianas (%)	0.65	1.35	0.47	0.86
Arcillas y partículas deleznales (%)	17.74	12.79	0.55	6.97
Más fino tamiz 200	15.69	-. -	4.60	-. -

4.2.2. Contaminación química del material de la cantera Cabanillas.

Esta basado en los resultados de laboratorio; se detalla a continuación:

Tabla 17

Nivel de contaminación química en los agregados de la cantera Cabanillas.

Sustancias contaminantes	Estado natural		Lavado	
	A. F.	A. G.	A. F.	A. G.
Sulfato (%)	0.0883	0.1080	0.0415	0.0455
Cloruro (%)	0.1881	0.1547	0.0987	0.0853
Carbón y lignito	0.77	-. -	0.42	-. -

Contaminación química en agregados de la cantera de Cabanillas.

Esta basado en los resultados de laboratorio; se detalla a continuación:

Tabla 18

Valoración de las sustancias químicas contaminantes con norma

Sustancias contaminantes	Normas		Estado natural		Lavado	
	A.	A.	A. F.	A. G.	A. F.	A. G.
	F.	G.				
Sulfato (%)	0.06	0.10	0.0883	0.1080	0.0415	0.0455
Cloruro (%)	0.06	0.10	0.1881	0.1547	0.0987	0.0853
Carbón y lignito	0.50	-. -	0.77	-. -	0.42	-. -

4.2.3. Análisis de los efectos de la contaminación química en las propiedades del concreto.

4.2.3.1. Análisis del ataque químico de sulfatos al concreto.

Los sulfatos presentes en el calcio, sodio, potasio y magnesio representan agentes agresivos que pueden provocar algunos de los ataques más severos al concreto. Este deterioro se manifiesta principalmente mediante expansiones, como resultado de la formación de productos sólidos cuyo volumen excede al de las sales iniciales que participan en la reacción. Durante la hidratación del cemento, los sulfatos reaccionan con el hidróxido de calcio generando sulfato de calcio, conocido como yeso. Dado que el volumen de este compuesto es significativamente mayor que la suma de sus componentes originales, se generan presiones internas que provocan la expansión y eventual fisuración del concreto. Asimismo, el aluminato tricálcico presente en el cemento Portland reacciona químicamente con los sulfatos, dando lugar a la formación de etringita (sulfoaluminato de calcio), cuya generación produce efectos destructivos

similares a los ocasionados por el yeso, comprometiendo la integridad estructural del material.

Las reacciones químicas mencionadas generan un aumento en el volumen de los sólidos, provocando expansiones internas, fisuración y debilitamiento de la matriz del concreto debido a la acción de soluciones sulfatadas. Estos procesos se manifiestan de la siguiente manera:

- Degradación por expansión y fisuración.
- Reducción en la resistencia mecánica.
- Pérdida de cohesión en la pasta.
- Pérdida de adherencia entre la pasta y el agregado.
- Astillamiento del concreto.

El concreto puede degradarse hasta alcanzar un estado friable y blando, condición que contribuye directamente a su expansión interna y eventual deterioro estructural. Además, puede ocurrir un efecto de naturaleza estrictamente física derivado de la cristalización de sulfatos en los poros del material, fenómeno que genera presiones internas significativas y provoca daños severos, comprometiendo la integridad y durabilidad del concreto.

La intensidad de esta acción destructiva aumenta en función de la concentración de sulfatos presentes en el agua, la renovación continua del medio agresivo, la alternancia entre procesos de saturación y secado, la absorción capilar y la acción climática, la cual puede favorecer la formación de cristales de sulfatos y sulfoaluminatos.

Dado que muchos suelos en el territorio peruano contienen cantidades significativas de sulfatos, o están atravesados por aguas subterráneas con presencia de sales, resulta fundamental que el ingeniero considere medidas

preventivas para resguardar el concreto frente a este tipo de ataque. Entre estas precauciones, además de las ya mencionadas, se pueden destacar las siguientes:

- a) En toda obra de construcción resulta imprescindible realizar un estudio detallado de las situaciones del suelo y de las aguas subterráneas, con el propósito de identificar las concentraciones de sulfatos potencialmente presentes y evaluar la magnitud de un eventual ataque químico sobre el concreto.
- b) Dado que el ataque al concreto se produce principalmente por sulfatos en solución, conviene señalar que un suelo con elevadas concentraciones de sulfatos puede no ser nocivo si estos se encuentran en forma de cristalinós de yeso y la cantidad disuelta en el agua es baja.
- c) Cuando un unidad de concreto se encuentra en un suelo que contiene sulfatos y, además, presenta superficies expuestas a la evaporación del agua, la penetración de aguas subterráneas sulfatadas puede generar daños significativos. Esto ocurre porque la evaporación concentra los sulfatos en la zona superficial del concreto, aumentando la agresividad del medio aun cuando la concentración de sulfatos en el agua inicial sea baja.
- d) El movimiento continuo de agua subterránea cerca de una estructura de concreto tiende a intensificar los daños, debido a que los productos de las reacciones químicas se eliminan permanentemente, exponiendo constantemente el material a un medio químicamente agresivo en renovación continua.

- e) En áreas con condiciones pantanosas o suelos ácidos, los procesos de corrosión pueden ser particularmente severos, incluso si el contenido de sulfatos no alcanza niveles elevados, debido a la acción combinada de acidez y sulfatos sobre el concreto.
- f) Es importante considerar las dimensiones de la unidad estructural. Una cimentación de gran tamaño puede presentar un deterioro relativo pequeño que no comprometa su estabilidad ni requiera intervenciones adicionales; sin embargo, elementos más pequeños, como tuberías de concreto, podrían sufrir daños superficiales considerables bajo las mismas condiciones, hasta el punto de requerir su reemplazo.

4.2.3.2. Análisis del ataque químico de cloruros al concreto

Se reconoce la importancia de adoptar precauciones específicas en la producción de elementos de concreto que estarán expuestos a ambientes agresivos, dado el deterioro que puede generarse por el contacto directo con sustancias presentes en suelos o aguas naturales. Particularmente, el agua de mar constituye un agente altamente agresivo, al favorecer la corrosión del acero de refuerzo debido a su elevada concentración de cloruros, que puede superar los 20,000 ppm. Asimismo, en zonas costeras y ambientes marinos con alta humedad relativa y exposición continua al viento, los cloruros disueltos en el aire pueden inducir deterioros estructurales rápidos y severos. Este problema se puede intensificar en áreas con actividad industrial, donde la presencia de contaminantes adicionales contribuye al ataque sobre el concreto y el acero. Por ello, resulta esencial analizar detenidamente los mecanismos de acción de los cloruros en estructuras que no presentan, a simple vista, condiciones agresivas, pero que han mostrado evidencias de degradación. En consecuencia, se

recomienda valorar el potencial de daño en estos escenarios y establecer protocolos de prevención, control y reparación que aseguren la durabilidad y seguridad de los elementos de concreto.

La corrosión del acero de ayuda en estructuras de concreto puede iniciarse únicamente por aspecto de oxígeno y humedad en las inmediaciones de las barras; sin embargo, la existencia de cloruros libres en el entorno actúa como un potente catalizador del proceso. En el agua de mar, los niveles de sales disueltas varían ampliamente, manteniendo generalmente proporciones constantes entre sus componentes. Estas concentraciones suelen ser menores en aguas frías o templadas y aumentan en regiones cálidas o en zonas con alta evaporación diurna. La brisa marina transporta humedad y cloruros hacia estructuras que, aunque no estén en contacto directo con el agua de mar, también pueden experimentar su efecto corrosivo. Por ello, los cloruros se consideran un agente activo en la degradación y el daño de elementos de concreto expuestos a ambientes marinos, siendo la magnitud del ataque dependiente de la concentración de cloruros, lo que explica que ciertas áreas presenten un mayor potencial dañino que otras.

Aunque el concreto posee una alta alcalinidad promedio ($\text{pH} \approx 12.5$) y descenso conductividad, factores que teóricamente protegen al acero de refuerzo, esta barrera resulta insuficiente en ambientes agresivos, permitiendo que la corrosión ocurra y contribuya al deterioro prematuro de las estructuras. Diversos factores adicionales pueden favorecer este proceso, entre los que se incluyen:

- Elevada porosidad del concreto.
- Insuficiente espesor del recubrimiento de los elementos metálicos.
- La presencia de grietas o fisuras en la estructura.
- La concentración elevada de agentes corrosivos en la matriz del concreto, los cuales intensifican los procesos de degradación química y física del material.

4.2.3.3. Análisis del ataque químico de carbón y lignito al concreto.

En el concreto pueden desarrollarse reacciones entre el cemento y los agregados que no se incluyen dentro de las clasificaciones habituales de ataques químicos. Entre las sustancias potencialmente reactivas que pueden contaminar los agregados, ya sea por causas naturales o por deficiencias en la limpieza de los medios de transporte, destacan las siguientes:

El carbón frecuentemente contiene compuestos de azufre, principalmente sulfuro de hierro, que al oxidarse genera sulfato de hierro, desencadenando ataques por vitriolo. Además, las partículas de carbón pueden producir decoloración o manchas en la superficie del concreto. La alúmina mineral, cuya composición química es $K_2Al_6(OH)_{12}(SO_4)_4$, puede inducir expansión, fisuración y alabeo del concreto debido a la alineación abundante de sulfoaluminato de calcio como producto secundario de la reacción con los sulfatos del cemento. Otros agregados que contengan sulfatos solubles pueden provocar efectos similares.

La existencia de cal y dolomita sin agua en los agregados favorece la formación de reacciones con el agua del concreto recién mezclado y con el dióxido de carbono del ambiente, originando hidróxidos y carbonatos que

provocan dilataciones y la aparición de burbujas en la superficie. Del mismo modo, la interacción entre álcalis y sílice puede desencadenar mecanismos que permiten al óxido de magnesio presente en el cemento ocasionar expansiones pronunciadas. Incluso en concretos realizados con cementos de bajo nivel de álcalis, la reacción entre carbono y lignito podría no provocar grandes expansiones, pero sí generar tensiones durante el proceso de secado que causan microgrietas en la pasta, facilitando el acceso del agua a los granos de periclase (magnesio oxidado de forma natural) y provocando hinchazón y rupturas focalizadas.

Por otro lado, carbonos y lignitos sueltos pueden atacar agregados susceptibles y formar eflorescencias superficiales o cercanas a la superficie del concreto. Es relevante considerar que numerosos agregados naturales pueden extraer calcio de soluciones alcalinas y, en algunos casos, liberar óxidos de sodio y potasio al estar embebidos en la pasta, incrementando la reactividad y los riesgos de deterioro del material.

4.2.3.4. Análisis del ataque químico de sustancias inconvenientes al concreto

La cantidad de sustancias deletéreas o partículas inconvenientes presentes en el material.

Tabla 19

Presencia de sustancias nocivas en los agregados destinados al concreto.

Sustancia	Máximo porcentaje en peso de la muestra total
- Lentes de arcillas y partículas deleznales	3.0%
- Material mas fino que la malla N° 200	3.0%
- Concreto sujeto a la abrasión	3.0%
- Todos los otros concretos	5.0%

Carbón y Lignito

- | | |
|---|------|
| - Cuando la apariencia de la superficie es importante | 0.5% |
| - Todos los otros concretos | 1.0% |
| - Mica | 0.0% |
| - Partículas deleznales | 3.0% |

4.3. Incidencia de la contaminación química en los agregados para el concreto de la cantera Cabanillas.

Para llevar a cabo el análisis final, se procederá inicialmente a la valoración de las sustancias químicas presentes en los agregados. Este proceso considera los siguientes aspectos:

- Elaboración de un diseño de concreto con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm².

- Determinación de la evolución de la resistencia del concreto utilizando agregados en su estado natural.
- Determinación de la evolución de la resistencia del concreto con agregados previamente lavados.
- Comparación de los resultados de resistencia obtenidos entre el concreto elaborado con agregados en estado natural y aquel con agregados lavados.
- Interpretación y análisis detallado de los resultados obtenidos, con el fin de establecer conclusiones sobre la influencia de la contaminación química en la resistencia del concreto.

4.3.1. Diseño de concreto de mezclas 210 kg/cm² de resistencia con agregados de la cantera Cabanillas.

En esta investigación se basa en la comparación controlada entre dos grupos de concreto: (a) concreto elaborado con agregados contaminados del Cantera Cabanillas y (b) concreto elaborado con agregados lavados, que actúa como grupo control. Este diseño experimental se fundamenta en el enfoque cuantitativo descrito por Hernández, Fernández y Baptista (2014), quienes señalan que el experimento permite manipular una variable independiente bajo condiciones controladas para medir su efecto sobre una variable dependiente.

Para asegurar la replicabilidad del experimento, el proceso de muestreo se ejecutó de manera sistemática. Los agregados se recolectaron en el Cantera Cabanillas, sector Cantera Caballinas, tomando muestras de dos niveles de profundidad (0–30 cm y 30–60 cm) para garantizar representatividad del material. Cada lote se almacenó en sacos sellados y codificados, evitando contaminación cruzada y preservando la condición original del agregado.

El diseño de mezcla se definió aplicando el método ACI 211.1, estableciendo una resistencia objetivo de 210 kg/cm^2 , con una relación agua/cemento determinada por el proceso de dosificación. Se registraron los pesos específicos, humedades y correcciones necesarias para la producción uniforme de las probetas. Todos los materiales fueron dosificados en peso, bajo un control estricto de cantidades y procedimientos de mezclado.

Se elaboraron probetas cilíndricas para cada condición experimental, asegurando que ambos grupos recibieran el mismo proceso de mezclado, compactación y curado. La única diferencia entre los grupos fue la condición del material (contaminados o lavados), con lo cual se controla la variable independiente y se garantiza la validez interna del experimento.

Este nivel de especificación permite que cualquier investigador pueda replicar el estudio bajo las mismas condiciones, fortaleciendo la reproducibilidad y la validez científica de los resultados obtenidos.

1. Especificaciones:

- Cemento Tipo IP RUMI.
- Agregados de la Cantera Cabanillas.
- Resistencia en compresión de 210 kg/cm^2
- Agregado de forma redondeada.
- Diseño por el método de Walker.
- Consistencia plástica de la mezcla.

2. Características de los componentes del concreto.

A. Cemento.

- Cemento IP RUMI.
- P.E 3.00 gr/cm^3 .

B. Agua.

- Agua potable.

C. Material fino.

- P. E. 2.6 gr/cm³.
- Abs. 1.18 %
- Humedad. 7.36 %
- Módulo de fineza. 2.76

D. Material grueso.

- Perfil redondeado.
- Tamaño. 3/4"
- P. E. 2.57 gr/cm³.
- Abs. 0.56 %
- Humedad. 5.40 %
- P.E. compactado. 1810 kg/m³.

3. Desarrollo**A. Determinación a la resistencia promedio (f'_{cr}).**

- Resistencia = 210 kg/cm².
- (S) = 21 kg/cm².

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34(S) = 210 + 1.34(21) = 238 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33(S) - 35 = 210 + 2.33(21) - 35 = 224 \text{ kg/cm}^2$$

f'_c : 238 kg/cm²

B. T.M.N. material grueso.

T.M.N.: 3/4"

C. asentamiento.

S = 3" a 4"

D. Vol. unitario de agua.

- Asentamiento 3" a 4"
- T.M.N. $\frac{3}{4}$ "
- Perfil redondeado.

Agua: 185 lit. (m³)

E. Contenido de aire atrapado

- Concreto normal sin influencia de agente externo.
- TMN $\frac{3}{4}$ ".

Aire atrapado: 2.0 %

F. Su relación agua cemento

- Concreto normal
- Promedio de la resistencia: $238 \text{ kg/cm}^2 = 240 \text{ kg/cm}^2$.
- Sin aire incorporado.
- Relación A/C por resistencia.

A/C = 0.636

G. Factor cemento.

- Cantidad de agua. = 185 lit.
- Relación cemento/agua = 0.636

Cemento = agua/a-c; $185 / 0.636 = 291 \text{ kg}$.

Cemento = 291 kg (7 bolsas)

H. vol. absoluta de pasta de cemento.

- Pasta = Cemento, agua y aire.
- Cemento 291/3000 : 0.0970 m³.
- Agua 185/1000 : 0.1850 m³.
- Aire atrapado 2.0 % : 0.0200 m³.



Volumen absoluto de pasta de cemento : 0.3020 m³.

I. Volumen absoluto de los agregados.

- Volumen absoluto de la pasta : 0.3020 m³.
- Volumen de agregados : 1.0000 – volumen de pasta.

Volumen de agregados = 1.0000 – 0.3020

Volumen de agregados = 0.6980 m³

J. Porcentaje del material fino y material grueso.

- TMN : 3/4"
- Bolsa de cemento. : 7 Bolsas
- Módulo de fineza AF. : 2.76
- Agregado perfil redondeado.

A.F. : 38 %

A.G. : 62 %

K. Volúmenes absolutos de agregados

Volumen A.F. : 0.38 x 0.6980 = 0.2652 m³.

Volumen A.G. : 0.62 x 0.6980 = 0.4328 m³.

L. Pesos secos de agregados.

A.F. : 0.2652 x 2560 = 679.00 kg. (Seco)

A.G.. : 0.4328 x 2570 = 1112.00 kg. (Seco)

M. Corrección por humedad de agregados.

- Humedad A.F. : 7.36 %
- Humedad A.G. : 5.40 %
- Absorción A.F. : 1.18 %
- Absorción A.G. : 0.56 %
- Peso seco A.F. : 679.00 kg. (seco)



- Peso seco A.G. : 1112.00 kg. (seco)

Agregados húmedos.

$$\text{A.F.} : 679.00 (1.074) = 729.00 \text{ kg. (Húmedo)}$$

$$\text{A.G.} : 1112.00 (1.054) = 1172.00 \text{ kg. (Húmedo)}$$

Agua neta.

$$\text{A.F.} : 679.00 (0.074 - 0.012) = 42.10 \text{ lit.}$$

$$\text{A.G.} : 1112.00 (0.054 - 0.056) = - 2.22 \text{ lit.}$$

$$\Sigma = 40.00 \text{ lit.}$$

$$\text{Agua neta: } 185.00 - 40.00 = 145.00 \text{ lit.}$$

N. Proporción en peso

Cemento AF AG / agua

$$\frac{291}{291} : \frac{729}{291} : \frac{1172}{291} / \frac{145}{291}$$

$$1 : 2.51 : 4.07 / 0.50$$

O. cantidad de materiales para un m³ de concreto.

Cemento : 291.00 kg.

Agregado húmedo fino : 729.00 kg.

Agregado húmedo grueso :

1172.00 kg.

4.3.2. Evolución de la resistencia del concreto de 210 kg/cm², con agregados contaminados.

Tabla 20

Resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm²

Edad (días)	Resistencia (kg/ cm ²)	% Resistencia	Promedio Resistencia	(%)
7	134.32	63.96		
	135.87	64.70	134.74	64.16
	134.02	63.82		
14	153.35	73.02		
	153.28	72.99	153.65	73.16
	154.31	73.48		
21	170.06	80.98		
	173.94	82.83	171.88	81.85
	171.64	81.73		
28		94.1		
	197.78	8		
	200.21	95.34	197.01	93.82
	193.05	91.93		

4.3.3. Evolución de la resistencia del concreto de 210 kg/cm², con agregados lavados.

Para ello se ha producido un concreto con agregados lavados; los resultados son los siguientes:

**Tabla 21**

Resistencia a la compresión de un concreto de 210 kg/cm² elaborado con agregados lavados.

Edad (días)	Resistencia (kg/ cm ²)	% Resistencia	Promedio Resistencia	(%)
7	152.60	72.67	151.91	72.34
	150.12	71.49		
	153.00	72.86		
14	180.83	86.11	181.15	86.26
	181.45	86.40		
	181.18	86.28		
21	198.29	94.43	199.33	94.92
	199.55	95.02		
	200.16	95.31		
28	211.64	100.78	211.68	100.08
	211.29	100.61		
	212.12	101.01		

4.3.4. Incidencia de la contaminación química del material en la resistencia del concreto.

Tabla 22

Contaminantes en agregados reducen la resistencia del concreto.

Edad (días)	Agregados Contaminados		Agregados Lavabos		Incidencia (%)
	Promedio	(%)	Promedio	(%)	
	Resistencia		Resistencia		
7	134.74	64.16	151.91	72.34	8.18
14	153.65	73.16	181.15	86.26	13.10
21	171.88	81.85	199.33	94.92	13.07
28	197.01	93.82	211.68	100.08	6.26

4.3.5. Influencia de las sustancias químicas presentes en los agregados sobre la resistencia a la compresión del concreto.

La calidad del material reviste una importancia fundamental en la elaboración del concreto, considerando que aproximadamente las tres cuartas partes de su volumen total están conformadas por dichos materiales. A partir de las investigaciones pioneras de Gilkey en 1923, se superó la concepción del agregado únicamente como un componente inerte de relleno destinado a reducir el costo del concreto por unidad de volumen. En la actualidad, se reconoce que las propiedades físicas, químicas y térmicas del material ejercen una influencia decisiva en el desempeño del concreto, particularmente en lo que respecta a su resistencia y durabilidad.



En este sentido, los agregados cumplen un rol esencial en la definición de las propiedades mecánicas del concreto, incidiendo directamente en su resistencia estructural, durabilidad, comportamiento elástico y características térmicas y acústicas. Dado que constituyen la fracción mayoritaria del concreto, su calidad resulta crítica tanto en el estado fresco como en el endurecido. Asimismo, las propiedades intrínsecas del material —físicas, químicas y mecánicas— afectan no solo la apariencia y la calidad final del material, sino también su trabajabilidad y consistencia en estado plástico, así como parámetros de gran relevancia como la resistencia, durabilidad, comportamiento volumétrico, propiedades térmicas y peso unitario del concreto endurecido.

De manera particular, en el caso del material extraídos del cauce del Cantera cabanillas, se ha identificado la presencia de contaminación química producto de actividades mineras en la zona. Entre las sustancias detectadas se encuentran sulfatos, cloruros, carbón, lignito, arcillas y otros compuestos, los cuales ejercen un efecto agresivo sobre la matriz cementicia. Como consecuencia, se ha evidenciado una disminución promedio del 13% en la resistencia a la compresión del concreto producido con dichos agregados. Ante esta situación, se recomienda que cada operación de extracción contemple una evaluación rigurosa de la contaminación química presente en los agregados, con el fin de justificar la aplicación de procesos de lavado y/o tratamientos específicos que aseguren su idoneidad para la producción de concreto de calidad.

Los resultados experimentales demostraron que el lavado del material del Cantera Cabanillas reduce significativamente la presencia de sulfatos, cloruros, carbón y lignito, lo que se refleja en un aumento notable de la resistencia a la compresión del concreto. Sin embargo, para que esta solución tenga



aplicabilidad práctica en obras civiles, es necesario analizar su alcance operativo y económico.

Según Mehta & Monteiro (2014), la presencia de cloruros, sulfatos y ácidos en los agregados puede alterar las reacciones químicas de hidratación, producir expansión interna y microfisuras, y reducir la adherencia entre la pasta y los agregados. De igual forma, González Cotera (2019) señala que los sulfatos y cloruros generan ataques químicos que disminuyen la durabilidad del concreto. Estos autores coinciden en que el lavado y control químico del material es esencial para garantizar un concreto resistente y durabilidad.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Los agregados para el concreto de la cantera Cabanillas, está expuesta a contaminación química en sulfatos, cloruros, carbón y lignito; sustancias químicas empleadas en zonas de explotación minera ubicadas a los entornos del Cantera cabanillas desde sus orígenes. Las sustancias químicas mencionadas son agresivas al concreto producido y los resultados de laboratorio hacen concluir que su registro de valores mayores establecido por las normas y reglamentos, tendrá incidencia en disminuir la resistencia en compresión diseñada y requerida; lo que tendrá incidencia en el aspecto económico y seguridad de los componentes estructurales donde se ha utilizado el concreto.

SEGUNDA: La producción de concreto exige el uso de agregados de calidad comprobada, cuya idoneidad debe ser determinada mediante ensayos de laboratorio realizados conforme a las normas y reglamentos vigentes. En el caso particular del material provenientes de la cantera del Cantera cabanillas, se ha verificado que sus propiedades físicas se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la normativa. En relación con sus características mecánicas, los resultados obtenidos reportan un porcentaje de desgaste de 61.10% y una pérdida de 30.90%, indicadores que permiten concluir que dichos materiales cumplen con los requisitos técnicos necesarios para ser empleados en la producción de concreto destinado a obras de construcción.



TERCERA: Efectuado la producción de concretos con agregados contaminados y agregados lavados, se ha determinado que la incidencia en la disminución de la resistencia en la compresión del concreto mayor del 13%. Lo que permite en concluir que los agregados de la cantera Cabanillas que permite producir concreto para las construcciones de la ciudad de Juliaca; requiere determinar el valor de sulfatos, cloruros, carbón y lignito, y si estos valores sobrepasan a los máximos establecidos en normas y reglamentos, deben de ser tratados con acciones de lavado u otros.



RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda a otros investigadores realizar extracción de muestras en diferentes puntos para luego realizar más estudios físicos mecánicos del material para el concreto, tomando en consideración lo manifestado, los agregados empleados de los cauces de ríos de la región Puno; requieren establecer el control de calidad, acción permanente de manera que se tenga producciones de concretos de calidad.

SEGUNDA: Se recomienda evaluar el impacto ambiental del lavado de agregados, especialmente el manejo de las aguas residuales con sulfatos y cloruros. Es necesario implementar sistemas de tratamiento o recirculación para evitar la recontaminación del río y promover prácticas sostenibles en el uso del agua durante el proceso.

TERCERA: Además, por la presencia de sulfatos, cloruros, carbón y lignito en los agregados de canteras ubicadas en ríos de la región Puno; se recomienda realizar trabajos de investigación similares con los demás ríos de la región Puno; a fin de determinar su empleo directo y/o su lavado, tomando en cuenta que en el caso de la cantera de Cabanillas la incidencia en la disminución de la resistencia en compresión del concreto producido es alrededor del 13%.

CUARTA: Se recomienda que futuros estudios analicen el proceso de lavado de agregados, evaluando su costo–efectividad, tiempo de lavado, consumo real de agua y manejo de aguas residuales. También comparar distintos métodos de lavado para definir un



procedimiento más eficiente y sostenible, que sirva como guía en obras que utilicen agregados contaminados.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2018). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.
- Alvarez Mauricio, O. (2018). *Método para optar el título profesional y los grados de Magister y Doctor* (Octava edición). Lima MegaByte
- Ander Esquiel, E., (2003). *Métodos y Técnicas de Investigación* (Segunda Edición). Argentina Lumen
- Apaza Turpo, C. D. (2023). *Efecto de la dosificación de agua de la Bahía de Lago Titicaca y potable en la resistencia del concreto para edificaciones Puno 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio Virtual.
- Arellano, J. y Guzmán, J. (2020). *Ingeniería Ambiental*. Primera Edición Alfaomega. México.: Grupo Editor S.A, de C.V.
- Ávila Doss, M. (2023). *Durabilidad del Concreto*. Ediciones UNI.
- Biondy Lasso, A. (2021). *Tecnología del Concreto*. Universidad Nacional de Ingeniería - Lima.
- Castillo Gutierrez, A. (2019). *Estudio de durabilidad de estructuras de concreto armado frente a los agentes químicos agresivos* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Virtual.
- Chinchercoma Consuero, A. H. (2021). *Evaluación del concreto elaborado con agregado del río San Gabán, en la ciudad de San Gabán, Carabaya – Puno 2021* [Tesis de doctorado, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio Virtual.
- Coaquira Coaquira, P. y Mamani Cauna, W. R. (2022). *Resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando agua de río y pozo subterráneo – Juliaca 2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Virtual.
- Fiksel J (2022). *Ingeniería del Diseño Medio Ambiental*. Ed. Mc. Graw – Gill.
- Gil Rodríguez, M. (2021). *Procesos de descontaminación de aguas. Cálculos avanzados informatizados*. Madrid – España.: International Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A.
- Hurtate, D. (2023). *Comparación de algunos parámetros fisicoquímicos y*



bacteriológicos de las micro-cuencas Pansalic y Pancocha en época seca y lluviosa. Guatemala.

Instituto de Ingeniería UNAM (2024). *Manual de Tecnología del Concreto*. LIMUSA Noriega Editores. México.

Kraemer, C (2004). *Los Pavimentos de Hormigón. Características, Tipos y Aplicaciones*. Ed. Mc. Graw – Gill

Lerma Gutierrez, H. D. (2020). *Metodología de la investigación. Propuesta, anteproyecto y proyecto* (Tercera edición). Bogotá: Armada Electrónica.

López Díaz, R. E. (2020). *Diseño de mezclas*. Lima: ICG.

Mendoza Camey, V. G (2024). *Evaluación de la calidad de agregados para concreto, en el departamento de Totonicapán* [Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos – Guatemala]. Repositorio Institucional Virtual.

Metcalf y Eddy. (2019). *Ingeniería de Aguas Residuales*. Editorial McGraw-Hill.

Molero Pacheco, R. E. y Ríos Vidarte, I. A. (2020). *Concreto con cementos Portland tipo I para estructuras afectadas por sulfatos de cloruros* [Tesis de Maestría, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Virtual

Murdock León. J (2023). *Elaboración de Concreto y sus aplicaciones*. Edit. Continental S. A. - México.

Palao, L. (2020). *Descontaminación de la Bahía Interior de Puno con Biotecnología Microorganismos eficaces (EM)*. Responsabilidad Social y Acción Comunitaria. Puno.

Pasquel Carbajal, E (2022). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú* (Quinta edición). Edit. Consejo Dptal - Perú.

Prieto, J. (2023). *El Agua: Sus formas, efectos, Abastecimientos, Usos, Daños, Control y Conservación*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Rivera, I. G. (2021). *Concreto Simple*. Cauca: Universidad del Cauca.

Rivva Lopez, E. (2020). *Concreto Diseño de Mezclas*. Tomo 2, 1ra. Edición. Ed. ICG. Perú.



- Rivva Lopez, E. (2024). *Tecnología del Concreto* (Sexta Edición). Edit. P. A. Ing. Civil
UNI – Lima.
- Rodriguez Rivas, M. A. (2015). *Teoría y diseño de investigación científica*. Lima
Atusparia.
- Sánchez Berbejo, D (2022). *Durabilidad y Patologías del Concreto*. Editorial
ASOCRETO, Perú.
- Sierra Lemus, D. C. (2024). *Sustancias reactivas nocivas en los agregados para
concreto* [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala].
Repositorio Virtual.
- TAPIA, F. E. (2023). *Monitoreo y evaluación del cuerpo de agua de la Bahía interior de
Puno - Lago Titicaca*. PUNO: UNA PUNO.
- UNAM. (2024). *Manual de tecnología del concreto Sección 1*. México D.F.: Limusa.
- UNAM. (2023). *Manual de tecnología del concreto Sección 2*. México D.F.: Noriega.
- Unda, F. (2017). *Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*. México:
ed. Hispano-Americana.
- Valdivia Juarez, W. (2023). *Tecnología de Materiales*. FIC – UNI.



ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 2 ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO 3 PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 4 PLANO DE UBICACIÓN



Matriz de consistencia

Tema : Incidencia de la contaminación química en agregados del Cantera cabanillas – Juliaca a la resistencia del concreto.

Ejecutor : Hover David Gutierrez Chipana.

Fecha : Febrero, 2025.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	indicadores	Dimensiones	Inst. de medición
¿Cómo es la incidencia de la contaminación química en agregados del Cantera cabanillas – Juliaca a la resistencia del concreto?	Determinar la incidencia de la contaminación química en agregados del Cantera cabanillas – Juliaca a la resistencia del concreto.	La contaminación química en agregados no debe exceder a los límites que se indican en las recomendaciones ACI 201.2R o ACI 318 y de la ASTM C 150; valores mayores tienen incidencia en la disminución de la resistencia del concreto.	Variables Independientes Características y sustancias químicas en los agregados	Características físicas y mecánicas de los agregados	Físicas: Contenido natural de humedad, peso unitario de agregado, peso específico y absorción, análisis granulométrico Mecánicas: resistencia y desgaste	- ASTM D - 2216, NTP 33.9 127, ASTM C – 128, ASTM C - 128, ASTM C – 127, MTC E – 204 – 2000 - ASTM C - 131, ASTM C – 535
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		Sustancias químicas contaminantes en los agregados	Sulfatos, cloruros, carbón y lignito.	AASHTO 290 – 291, MTC E 215, MTC E 211, MTC E 212, MTC E 137, ASTM C 39, NTP 339 – 034



Juliaca para producir concretos? ¿Cuáles son las sustancias químicas perjudiciales en los agregados del Cantera cabanillas – Juliaca, para producir concretos? ¿Cómo es la incidencia de la contaminación química en agregados del Cantera cabanillas – Juliaca a la resistencia del concreto producido?	Identificar las sustancias químicas perjudiciales en los agregados del Cantera cabanillas – Juliaca, para producir concretos. Cuantificar la incidencia de la contaminación química en agregados del Cantera cabanillas – Juliaca a la resistencia del concreto producido.	elaboración de concreto; deben cumplir con los controles de calidad; en esto la contaminación de sustancias químicas deben ser determinadas para su evaluación. Los agregados para el concreto, con contenidos químicos siguientes: sulfatos, cloruros y ácidos en exceso, disminuyen la resistencia en compresión.	Variable Dependiente Incidencia de las sustancias químicas	• Incidencia de las sustancias químicas contaminantes en los agregados en la resistencia en compresión al concreto	• Resistencia a la compresión del concreto con agregados contaminados. • Resistencia a la compresión del concreto con agregados lavados. • Incidencia de la variación de la resistencia en compresión del concreto	• ASTM C 39, NTP 339.034. • ASTM C 39, NTP 339.034 • Análisis comparativo
---	--	---	--	--	--	---



ANEXO 2

ENSAYOS DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDRE)
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216, NTP 339.127)

PROYECTO	: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	: 0.10 - 2.00 m
LUGAR	: RIO CABANILLAS	MUESTRA	: M-1, M-2
CANtera	: CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

DESCRIPCION	UND	DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
		AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
NUMERO DE ENSAYOS	N°	1	2	3	4
Nro. DE RECIPIENTE	N°	40	29	19	50
T. + SUELO HÚMEDO	Gr.	102.25	104.81	112.32	122.54
T. + SUELO SECO	Gr.	97.49	100.21	108.62	117.76
PESO DE RECIPIENTE	Gr.	34.28	36.19	37.09	32.76
PESO DE AGUA	Gr.	4.76	4.60	3.70	4.78
PESO DE SUELO SECO	%	63.21	64.02	71.53	85.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7.53	7.19	5.17	5.62
HUMEDAD NATURAL	%	7.36		5.40	

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDRE
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
Ing. Bruno Turpo Sudari
CIP. 105875
JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDE)
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

PROYECTO	INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	0.10 - 2.00 m
LUGAR	RIO CABANILLAS	MUESTRA	M-1, M-2, M-3
CANTERA	CABANILLAS - JULIACA	FECHA	OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO FINO (ARENA)

PESO UNITARIO SUELTO

N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA	gr.	7177.00	7204.00	7196.00
PESO DEL MOLDE	gr.	5125.00	5125.00	5125.00
PESO DE LA MUESTRA	gr.	2052.00	2079.00	2071.00
VOLUMEN DEL MOLDE	gr.	1406.08	1406.08	1406.08
PESO UNITARIO	Kg/m³	1459.38	1478.58	1472.89
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m³	1470.28		

PESO UNITARIO COMPACTO

N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA	gr.	7447.00	7430.00	7449.00
PESO DEL MOLDE	gr.	5125.00	5125.00	5125.00
PESO DE LA MUESTRA	gr.	2322.00	2305.00	2324.00
VOLUMEN DEL MOLDE	gr.	1406.08	1406.08	1406.08
PESO UNITARIO	Kg/m³	1651.40	1639.31	1652.82
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m³	1647.84		

AGREGADO GRUESO (GRAVA)

PESO UNITARIO SUELTO

N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA	gr.	13780.00	13752.00	13762.00
PESO DEL MOLDE	gr.	8766.00	8766.00	8766.00
PESO DE LA MUESTRA	gr.	5014.00	4986.00	4996.00
VOLUMEN DEL MOLDE	gr.	3082.69	3082.69	3082.69
PESO UNITARIO	Kg/m³	1626.50	1617.42	1620.66
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m³	1621.53		

PESO UNITARIO COMPACTO

N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA	gr.	14340.00	14350.00	14350.00
PESO DEL MOLDE	gr.	8766.00	8766.00	8766.00
PESO DE LA MUESTRA	gr.	5574.00	5584.00	5584.00
VOLUMEN DEL MOLDE	gr.	3082.69	3082.69	3082.69
PESO UNITARIO	Kg/m³	1808.16	1811.41	1811.41
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m³	1810.33		

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDE
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIORE)
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

PROYECTO	: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	0.10 - 2.00 m
LUGAR	: RIO CABANILLAS	MUESTRA	M-1, M-2
CANTERA	: CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO FINO (ARENA) ASTM C-128

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		01	02
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) gr.	gr.	505.9	506.0
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	660.0	681.0
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr.	1165.9	1186.9
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr.	964.2	985.4
E) Volumen de masa + volumen de vacios =C-D	cm³	201.7	201.5
F) Peso material seco gr.	gr.	500.0	500.0
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm³	195.8	195.6
P.E. Bulk (base seca) = F/E	gr/cm³	2.48	2.48
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	gr/cm³	2.51	2.51
P.E. Aparente (base seca) = F/G	gr/cm³	2.55	2.56
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	%	1.17	1.19
PESO ESPECIFICO (gr/cm³)	2.56	ABSORCION (%)	1.18

AGREGADO GRUESO (GRAVA) ASTM C-127

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		01	02
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el aire) gr.	gr.	718.4	683.2
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	1910.0	1919.4
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr.	2628.4	2602.6
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr.	2344.3	2334.0
E) Volumen de masa + volumen de vacios =C-D	cm³	284.1	268.6
F) Peso material seco gr.	gr.	713.0	678.0
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm³	278.7	263.4
P.E. Bulk (base seca) = F/E	gr/cm³	2.51	2.52
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	gr/cm³	2.53	2.54
P.E. Aparente (base seca) = F/G	gr/cm³	2.56	2.57
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	%	0.76	0.77
PESO ESPECIFICO (gr/cm³)	2.57	ABSORCION (%)	0.76



REGIÓN PUNO

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351

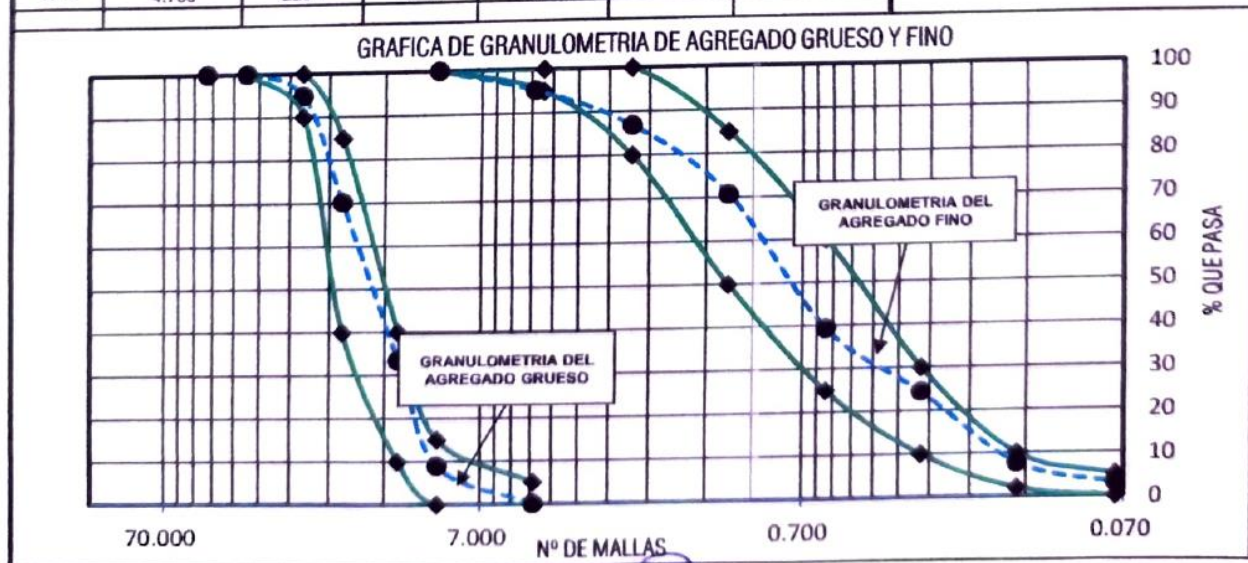


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO	: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	: 0.10 - 2.00 m
LUGAR	: RÍO CABANILLAS	MUESTRA	: 01
CANTERA	: CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO FINO							NORMA : MTC E-204 - 2000	
N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	Peso Inicial	: 587.0 Gr
3/8"	9.525			0.00	100.00	100	Modulo de finiza	: 2.76
N° 4	4.760	28.0	4.77	4.77	95.23	95 - 100	% que pasa malla 200	: 3.07
N° 8	2.380	49.0	8.35	13.12	86.88	80 - 100	Descripción: La curva granulométrica del Agregado Fino entra en gran parte a las especificaciones técnicas de MTC.	
N° 16	1.190	95.0	16.18	29.30	70.70	50 - 85		
N° 30	0.590	184.0	31.35	60.65	39.35	25 - 60		
N° 50	0.297	88.0	14.99	75.64	24.36	10 - 30		
N° 100	0.149	98.0	16.70	92.33	7.67	2 - 10		
N° 200	0.074	27.0	4.60	96.93	3.07	0 - 5		
< 200		18.0	3.07	100.00	0.00			

AGREGADO GRUESO							NORMA : MTC E-204 - 2000	
N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	Peso Inicial	: 2560.4 Gr
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Modulo de finiza	: 7.21
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	100	% que pasa malla 3/8"	: 8.92
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	100	Descripción: La curva granulométrica del Agregado grueso entra en gran parte a las especificaciones técnicas de MTC gradación "AG-4".	
1"	25.400	133.0	5.19	5.19	94.81	90 - 100		
3/4"	19.050	630.0	24.61	29.80	70.20	40 - 85		
1/2"	12.700	942.0	36.79	66.59	33.41	10 - 40		
3/8"	9.525	627.0	24.49	91.08	8.92	0 - 15		
N° 4	4.760	228.4	8.92	100.00	0.00	0 - 5		



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
Ing. Bruno Turpo Sucari
CIP 105875



REGIÓN PUNO

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



ENSAYO DE ABRASION "LOS ANGELES"

ASTM C131/ASTM C 535

PROYECTO	INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	0.10 - 2.00 m
LUGAR	RÍO CABANILLAS	MUESTRA	M-1, M-2
CANTERA	CABANILLAS - JULIACA	FECHA	OCTUBRE DEL 2024

TAMICES ASTM		PESO RETENIDO DE LOS AGREGADO			
QUE PASA	RETENIDO	500 Revoluciones		1000 Revoluciones	
		GRADUACIÓN "A"		GRADUACIÓN "E"	
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1251.20	1250.40		
1"	3/4"	1250.30	1250.80		
3/4"	1/2"	1250.10	1251.00		
1/2"	3/8"	1250.60	1250.10		
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 04				
N° 04	N° 08				
Peso Inicial		5,002.20	5,002.30		
Retenido en la Malla N° 12		1,950.65	1,940.77		
Que pasa la Malla N° 12		3,051.55	3,061.53		
% de Pérdida		61.00%	61.20%		
PERDIDA PROMEDIO %		61.10%			
ESFERAS		Peso Gr.:	5.004	Nro:	12
OBSERVACIONES					
RESISTENCIA AL DESGASTE = 38.90%					
PORCENTAJE DE PERDIDA = 61.10%					
LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA CUMPLE CON EL ESPECIFICADO EN LA NORMA PARA CONCRETOS ES NO MAYOR A 50 %.					

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Susari
CIP 105875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



PRUEBAS DE CONTENIDO SULFATOS Y CLORUROS

AASHTO 290 - 291

PROYECTO	: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	: 0.10 - 2.00 m
LUGAR	: RÍO CABANILLAS	MUESTRA	: 01
CANtera	: CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO FINO

MUESTRA	ARENA CUARTEDA DE LA CANtera CABANILLAS - JULIACA	
	M-1 (SULFATOS)	M-2 (CLORUROS)
PESO DE LA TARA	-	-
PESO DE LA TARA + SOLUCIÓN	-	-
PESO DE LA TARA + SALES	-	-
PESO DE LA SOLUCIÓN	150	150
PESO DE SULFATOS Y CLORUROS	0.1325	0.28
% DE SULFATOS Y CLORUROS	0.0883	0.1881
PROMEDIO DE SALES TOTALES (%)	0.0883	0.1881
*****	*****	*****

NOTA

- * MÁXIMO PERMITIDO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE AASHTO CONTENIDO DE SULFATOS ES 0.06%
- * MÁXIMO PERMITIDO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE AASHTO CONTENIDO DE CLORUROS ES 0.10%

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
CIP. 105875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIIRE)
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



PRUEBAS DE CONTENIDO SULFATOS Y CLORUROS

AASHTO 290 - 291

PROYECTO	: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	: 0.10 - 2.00 m
LUGAR	: RIO CABANILLAS	MUESTRA	: 01
CANtera	: CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO GRUESO

MUESTRA	GRUESO CUARTEDA DE LA CANtera CABANILLAS - JULIACA	
	M-1 (SULFATOS)	M-1 (CLORUROS)
PESO DE LA TARA	-	-
PESO DE LA TARA + SOLUCION	-	-
PESO DE LATARA + SALES	-	-
PESO DE LA SOLUCION	150	150
PESO DE SULFATOS Y CLORUROS	0.162	0.23
% DE SULFATOS Y CLORUROS	0.1080	0.1547
PROMEDIO DE SALES TOTALES (%)	0.1080	0.1547
*****	*****	*****
NOTA		
* MAXIMO PERMETIDO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE AASTHO CONTENIDO DE SULFATOS ES 0.06%		
* MAXIMO PERMETIDO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE AASTHO CONTENIDO DE CLORUROS ES 0.10%		

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIIRE
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
Ing. Bruno Turpo Suan
CIF. 105875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIORE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



PRUEBAS DE CONTENIDO DE CARBONO Y LIGNITO

MTC E-215

PROYECTO	: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	: 0.10 - 2.00 m
LUGAR	: RÍO CABANILLAS	MUESTRA	: M-1, M-2
CANtera	: CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO FINO

MUESTRA	AGREGADO FINO DE LA CANTERA CABANILLAS - JULIACA	
	M-1	M-2
PESO DE LA TARA	30.5	31.3
PESO DE LA TARA + LA MUESTRA SECA	362.5	364.55
PESO DE LA MUESTRA SECA	332	333.25
PESO DE LAS PARTICULAS DECANTADAS.	2.53	2.56
PORCENTAJE DE CARBON Y LIGNITO (%)	0.76	0.77
PROMEDIO DE CARBON Y LIGNITO (%).	0.77	
*****	*****	

NOTA: MAXIMA CANTIDAD DE PARTICULAS LIVIANAS ES 0.50 % SEGÚN NORMA

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIORE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
CIP. 105875
JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIORE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
"JR. CARABAYA N° 351"



PRUEBAS DE CANTIDADES DE PARTICULAS LIVIANAS

MTC E-211

PROYECTO	INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	0.10 - 2.00 m
LUGAR	RÍO CABANILLAS	MUESTRA	M-1, M-2
CANtera	CABANILLAS - JULIACA	FECHA	OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO FINO

MUESTRA	ARENA CUARTEDA DE LA CANtera CABANILLAS - JULIACA	
	M-1	M-2
PESO DE LA TARA	25.3	26.35
PESO DE LA TARA + PESO DE LA MUESTRA SECA RETENIDA EN EL TAMIZ N° 50	202.6	257.8
PESO DE LA MUESTRA SECA RETENIDA EN EL TAMIZ N° 50.	177.3	231.45
PESO DE LAS PARTICULAS RETENIDAS EN EL COLADOR.	1.20	1.43
PORCENTAJE DE LAS PARTICULAS LIVIANAS (%)	0.68	0.62
PROMEDIO DE LAS PARTICULAS LIVIANAS (%).	0.65	
*****	*****	

NOTA: MÁXIMA CANTIDAD DE PARTICULAS LIVIANAS ES 0.50 % SEGÚN NORMA.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIORE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
E.P. 105875
JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIIDRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



PRUEBAS DE CANTIDADES DE PARTICULAS LIVIANAS

MTC E-211

PROYECTO	INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	0.10 - 2.00 m.
LUGAR	RÍO CABANILLAS	MUESTRA	M-1, M-2
CANtera	CABANILLAS - JULIACA	FECHA	OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO GRUESO

MUESTRA	AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA CABANILLAS - JULIACA	
	M-1	M-2
PESO DE LA TARA	28.4	28.2
PESO DE LA TARA + PESO DE LA MUESTRA SECA RETENIDA EN EL TAMIZ N° 4	455.5	458.4
PESO DE LA MUESTRA SECA RETENIDA EN EL TAMIZ N° 4.	427.1	430.2
PESO DE LAS PARTICULAS RETENIDAS EN EL COLADOR.	5.75	5.84
PORCENTAJE DE LAS PARTICULAS LIVIANAS (%)	1.35	1.36
PROMEDIO DE LAS PARTICULAS LIVIANAS (%)	1.35	
*****	*****	

NOTA: MAXIMA CANTIDAD DE PARTICULAS LIVIANAS ES 1.00 % SEGÚN NORMA.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIIDRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
DIP. 105875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES MTC E-212

PROYECTO	INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	0.10 - 2.00 m
LUGAR	RIO CABANILLAS	MUESTRA	01
CANTERA	CABANILLAS - JULIACA	FECHA	OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
						Peso inicial	Peso final			
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
2"	1 1/2"	5000	N° 4							
1 1/2"	3/4"	3000	N° 4	49.99	5	3000.2	2889.3	110.90	3.70	3.70
3/4"	3/8"	2000	N° 4	33.33	6	2000.0	1898.6	101.40	5.07	5.07
3/8"	N° 4	1000	N° 8	16.68	7	1001.1	960.8	40.30	4.03	4.03
TOTAL EN %				100.00		TOTAL				12.79

AGREGADO FINO

TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
						Peso inicial	Peso final			
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
N° 4	N° 16	25	N° 20	100	8	45.50	37.43	8.1	17.74	17.74
TOTAL										17.74

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Suarez
CIP. 105875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



DETERMINACIÓN DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 75 μm (N° 200)

MTC E 137

PROYECTO	INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	CALICATA	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	: 0.10 - 2.00 m
LUGAR	RÍO CABANILLAS	EJECUTOR	: M-1, M-2
MENTION EN	CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

DENOMINACIÓN	MATERIAL PASANTE QUE EL TAMIZ N° 200 (75 μm)	
	M-01	M-02
N° DE MUESTRA		
CAPSULA N°	55	50
PESO SUELO O AGREGADO FINO + CAPSULA - INICIAL	435.90	435.90
PESO SUELO O AGREGADO FINO + CAPSULA - FINAL	377.23	378.87
PESO DEL MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200	58.67	57.03
PESO DE LA CAPSULA	67.30	67.30
PESO DEL SUELO O AGREGADO FINO INICIAL	368.60	368.60
MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200	15.92	15.47
PROMEDIO DE MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200	15.69	

OBSERVACIONES: MUESTRA TOMADA POR EL SOLICITANTE, MATERIAL PASANTE LA MALLA N° 4

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
CP. 105875
JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



PRUEBAS DE CANTIDADES DE PARTICULAS LIVIANAS

MTC E-211

PROYECTO	: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	HOYER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	: 0.10 - 2.00 m.
LUGAR	: RÍO CABANILLAS	MUESTRA	M-1, M-2
CANtera	: CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO FINO

MUESTRA	ARENA CUARTEDA DE LA CANtera CABANILLAS - JULIACA	
	M-1	M-2
PESO DE LA TARA	25.44	25.76
PESO DE LA TARA + PESO DE LA MUESTRA SECA RETENIDA EN EL TAMIZ N° 50	244.65	245.76
PESO DE LA MUESTRA SECA RETENIDA EN EL TAMIZ N° 50.	219.21	220.00
PESO DE LAS PARTICULAS RETENIDAS EN EL COLADOR.	1.00	1.06
PORCENTAJE DE LAS PARTICULAS LIVIANAS (%)	0.46	0.48
PROMEDIO DE LAS PARTICULAS LIVIANAS (%)	0.47	
*****	*****	

NOTA: MÁXIMA CANTIDAD DE PARTICULAS LIVIANAS ES 0.50 % SEGÚN NORMA.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
D.P. 105875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIIRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



PRUEBAS DE CANTIDADES DE PARTICULAS LIVIANAS

MTC E-211

PROYECTO	: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	: 0.10 - 2.00 m
LUGAR	: RÍO CABANILLAS	MUESTRA	: M-1, M-2
CANtera	: CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO GRUESO

MUESTRA	AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA CABANILLAS - JULIACA	
	M-1	M-2
PESO DE LA TARA	24.56	26.87
PESO DE LA TARA + PESO DE LA MUESTRA SECA RETENIDA EN EL TAMIZ N° 4	460.77	480.76
PESO DE LA MUESTRA SECA RETENIDA EN EL TAMIZ N° 4.	436.22	453.89
PESO DE LAS PARTICULAS RETENIDAS EN EL COLADOR.	3.63	4.03
PORCENTAJE DE LAS PARTICULAS LIVIANAS (%)	0.83	0.89
PROMEDIO DE LAS PARTICULAS LIVIANAS (%).	0.86	
*****	*****	

NOTA: MAXIMA CANTIDAD DE PARTICULAS LIVIANAS ES 1.00 % SEGÚN NORMA.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIIRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ingr. Bruno Turpo Sacari
CIP. 105875
JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES MTC E-212

PROYECTO	: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	: 0.10 - 2.00 m.
LUGAR	: RÍO CABANILLAS	MUESTRA	: 01
CANtera	: CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				Peso inicial (g)	Peso final (g)	(g)	(%)	(%)
2"	1 1/2"	5000	N° 4							
1 1/2"	3/4"	3000	N° 4	50.00	5	3000.0	2962.2	37.80	1.26	1.26
3/4"	3/8"	2000	N° 4	33.33	6	2000.0	1927.2	72.80	3.64	3.64
3/8"	N° 4	1000	N° 8	16.67	7	1000.1	979.4	20.67	2.07	2.07
TOTAL EN %				100.00	TOTAL				6.97	

AGREGADO FINO

TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				Peso inicial (g)	Peso final (g)	(g)	(%)	(%)
N° 4	N° 16	25	N° 20	100	8	45.66	45.41	0.3	0.55	0.55
TOTAL										0.55

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
Ing. Bruno Turpo Sucari
CIP 105875
IBPR I E LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIERE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



DETERMINACIÓN DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 75 μ m (N° 200)

MICE 137

PROYECTO	: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	CALICATA	: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	: 0.10 - 2.00 m
LUGAR	: RIO CABANILLAS	EJECUTOR	: M-1, M-2
MENTION EN	: CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

DENOMINACION	MATERIAL PASANTE QUE EL TAMIZ N° 200 (75 μ m)	
N° DE MUESTRA	M-01	M-02
CAPSULA N°	40	60
PESO SUELO O AGREGADO FINO + CAPSULA - INICIAL	413.23	422.33
PESO SUELO O AGREGADO FINO + CAPSULA - FINAL	396.23	407.13
PESO DEL MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200	17.00	15.20
PESO DE LA CAPSULA	66.76	67.98
PESO DEL SUELO O AGREGADO FINO INICIAL	346.47	354.35
MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200	4.91	4.29
PROMEDIO DE MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200	4.60	

OBSERVACIONES: MUESTRA TOMADA POR EL SOLICITANTE, MATERIAL PASANTE LA MALLA N° 4

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIERE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
CIP. 105875
JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIORE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO

ASTM C39NTP 339 034

PROYECTO

: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

UBICACIÓN

: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO

CANTERA

: CABANILLAS - JULIACA

SOLICITANTE

: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA

FECHA

: OCTUBRE DEL 2024

CON AGREGADOS CONTAMINADOS

Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	CONCRETO DE F'c=210 kg/cm ²	186.27	210	01/10/24	08/10/24	7	25020	134.32	63.96
2	CONCRETO DE F'c=210 kg/cm ²	178.84	210	01/10/24	08/10/24	7	24300	135.87	64.70
3	CONCRETO DE F'c=210 kg/cm ²	179.08	210	01/10/24	08/10/24	7	24000	134.02	63.82
4									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado y en presencia del residente de obra, las muestras fueron tomados por el solicitante.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIORE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
CIP 105875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIERE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO

ASTM C39NTP 339.034

PROYECTO

: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

UBICACIÓN

: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO

CANTERA

: CABANILLAS - JULIACA

SOLICITANTE

: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA

FECHA

: OCTUBRE DEL 2024

CON AGREGADOS CONTAMINADOS

Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	F'C (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	186.51	210	01/10/24	15/10/24	14	28600	153.35	73.02
2	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	179.08	210	01/10/24	15/10/24	14	27450	153.28	72.99
3	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	181.46	210	01/10/24	15/10/24	14	28000	154.31	73.48
4									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado y en presencia del residente de obra, las muestras fueron tomados por el solicitante.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIERE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
CNP 105876
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDRE)
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO

ASTM C39NTP 339.034

PROYECTO : INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

UBICACIÓN : DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO

CANTERA : CABANILLAS - JULIACA

SOLICITANTE : HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

CON AGREGADOS CONTAMINADOS

Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	CONCRETO DE F'c=210 kg/cm ²	186.99	210	01/10/24	22/10/24	21	31800	170.06	80.98
2	CONCRETO DE F'c=210 kg/cm ²	179.32	210	01/10/24	22/10/24	21	31190	173.94	82.83
3	CONCRETO DE F'c=210 kg/cm ²	180.03	210	01/10/24	22/10/24	21	30900	171.64	81.73
4									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado y en presencia del residente de obra, las muestras fueron tomados por el solicitante.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDRE
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO


Ing. Bruno Turpo Sucari
CIP 168875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO

ASTM C39NTP 339.034

PROYECTO

: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

UBICACIÓN

: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO

CANtera

: CABANILLAS - JULIACA

SOLICITANTE

: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA

FECHA

: OCTUBRE DEL 2024

CON AGREGADOS CONTAMINADOS

Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	F'C (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	185.06	210	01/10/24	29/10/24	28	36600	197.78	94.18
2	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	179.32	210	01/10/24	29/10/24	28	35900	200.21	95.34
3	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	180.27	210	01/10/24	29/10/24	28	34800	193.05	91.93
4									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado y en presencia del residente de obra, las muestras fueron tomadas por el solicitante.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sudari
CIP 105875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO

ASTM C39NTP 339.034

PROYECTO

: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

UBICACIÓN

: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO

CANTERA

: CABANILLAS - JULIACA

SOLICITANTE

: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA

FECHA

: OCTUBRE DEL 2024

CON AGREGADOS LAVADOS

Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	CONCRETO DE F'c=210 kg/cm ²	182.18	210	02/10/24	09/10/24	7	27800	152.60	72.67
2	CONCRETO DE F'c=210 kg/cm ²	179.79	210	02/10/24	09/10/24	7	26990	150.12	71.49
3	CONCRETO DE F'c=210 kg/cm ²	181.70	210	02/10/24	09/10/24	7	27800	153.00	72.86
4									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado y en presencia del residente de obra, las muestras fueron tomadas por el solicitante.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
Ing. Bruno Turpo Sugari
DIRECTOR LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO

ASTM C39NTP 339.034

PROYECTO

: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

UBICACIÓN

: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO

CANTERA

: CABANILLAS - JULIACA

SOLICITANTE

: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA

FECHA

: OCTUBRE DEL 2024

CON AGREGADOS LAVADOS

Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	F'C (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	181.94	210	02/10/24	16/10/24	14	32900	180.83	86.11
2	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	179.55	210	02/10/24	16/10/24	14	32580	181.45	86.40
3	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	181.70	210	02/10/24	16/10/24	14	32920	181.18	86.28
4									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado y en presencia del residente de obra, las muestras fueron tomadas por el solicitante.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
Ing. Bruno Turpo Sucari
C. 105875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO

ASTM C39NTP 339.034

PROYECTO

: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

UBICACIÓN

: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO

CANTERA

: CABANILLAS - JULIACA

SOLICITANTE

: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA

FECHA

: OCTUBRE DEL 2024

CON AGREGADOS LAVADOS

Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	F'C (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	184.58	210	02/10/24	23/10/24	21	36600	198.29	94.43
2	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	182.41	210	02/10/24	23/10/24	21	36400	199.55	95.02
3	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	183.85	210	02/10/24	23/10/24	21	36800	200.16	95.31
4									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado y en presencia del residente de obra, las muestras fueron tomadas por el solicitante.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
CIP. 195875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIDRE)
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO

ASTM C39NTP 339.034

PROYECTO

: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION QUIMICA EN AGREGADOS DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

UBICACIÓN

: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMAN - DEPARTAMENTO DE PUNO

CANTERA

: CABANILLAS - JULIACA

SOLICITANTE

: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA

FECHA

: OCTUBRE DEL 2024

CON AGREGADOS LAVADOS

Nº	PROBETAS (testigos y/o briquetas)	AREA (cm ²)	F'C (kg/cm ²)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LECTURA DEL DIAL	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	179.55	210	02/10/24	30/10/24	28	38000	211.64	100.78
2	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	181.70	210	02/10/24	30/10/24	28	38390	211.29	100.61
3	CONCRETO DE F'C=210 kg/cm ²	186.27	210	02/10/24	30/10/24	28	39510	212.12	101.01
4									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

OBSERVACION: Se ha procedido a efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto de acuerdo a la solicitud del interesado y en presencia del residente de obra, las muestras fueron tomadas por el solicitante.

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIDRE
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
CIP 105845
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIIRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



PRUEBAS DE CONTENIDO SULFATOS Y CLORUROS

AASHTO 290 - 291

PROYECTO	INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	0.10 - 2.00 m
LUGAR	RÍO CABANILLAS	MUESTRA	01
CANtera	CABANILLAS - JULIACA	FECHA	OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO FINO

MUESTRA	ARENA CUARTEDA DE LA CANtera CABANILLAS - JULIACA	
	M-1 (SULFATOS)	M-2 (CLORUROS)
PESO DE LA TARA	-	-
PESO DE LA TARA + SOLUCION	-	-
PESO DE LATARA + SALES	-	-
PESO DE LA SOLUCION	150	150
PESO DE SULFATOS Y CLORUROS	0.0623	0.15
% DE SULFATOS Y CLORUROS	0.0415	0.0987
PROMEDIO DE SALES TOTALES (%)	0.0415	0.0987
*****	*****	*****
NOTA		
* MAXIMO PERMETIDO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE AASTHO CONTENIDO DE SULFATOS ES 0.06%		
* MAXIMO PERMETIDO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE AASTHO CONTENIDO DE CLORUROS ES 0.10%		

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIIRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
CIP. 105875
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIIRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351

**PRUEBAS DE CONTENIDO SULFATOS Y CLORUROS**

AASHTO 290 - 291

PROYECTO	: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	: DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	: 0 10 - 2.00 m
LUGAR	: RÍO CABANILLAS	MUESTRA	: 01
CANtera	: CABANILLAS - JULIACA	FECHA	: OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO GRUESO

MUESTRA	GRUESO CUARTEDA DE LA CANTERA CABANILLAS - JULIACA	
	M-1 (SULFATOS)	M-1 (CLORUROS)
PESO DE LA TARA	-	-
PESO DE LA TARA + SOLUCIÓN	-	-
PESO DE LATARA + SALES	-	-
PESO DE LA SOLUCIÓN	150	150
PESO DE SULFATOS Y CLORUROS	0.0682	0.13
% DE SULFATOS Y CLORUROS	0.0455	0.0853
PROMEDIO DE SALES TOTALES (%)	0.0455	0.0853
*****	*****	*****
NOTA		
* MÁXIMO PERMITIDO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE AASHTO CONTENIDO DE SULFATOS ES 0.06%		
* MÁXIMO PERMITIDO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE AASHTO CONTENIDO DE CLORUROS ES 0.10%		

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIIRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sucari
CIP. 105875
JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PROGRAMA REGIONAL DE RIEGO Y DRENAJE
(PRORRIIDRE)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
JR. CARABAYA N° 351



PRUEBAS DE CONTENIDO DE CARBONO Y LIGNITO

MTC E-215

PROYECTO	INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	ENCARGADO	HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANA
UBICACIÓN	DIST. CABANILLAS - PROV. SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO	ESTRATO	0.10 - 2.00 m
LUGAR	RÍO CABANILLAS	MUESTRA	M-1, M-2
CANtera	CABANILLAS - JULIACA	FECHA	OCTUBRE DEL 2024

AGREGADO FINO

MUESTRA	AGREGADO FINO DE LA CANtera CABANILLAS - JULIACA	
	M-1	M-2
PESO DE LA TARA	34.65	35.77
PESO DE LA TARA + LA MUESTRA SECA	366.88	358.76
PESO DE LA MUESTRA SECA	332.23	322.99
PESO DE LAS PARTICULAS DECANTADAS.	1.43	1.34
PORCENTAJE DE CARBON Y LIGNITO (%)	0.43	0.42
PROMEDIO DE CARBON Y LIGNITO (%)	0.42	
*****	*****	

NOTA: MÁXIMA CANTIDAD DE PARTICULAS LIVIANAS ES 0.50 % SEGÚN NORMA

GOBIERNO REGIONAL - PUNO
PRORRIIDRE
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing. Bruno Turpo Sacari
CIP 105075
JEFE DEL LABORATORIO



ANEXO 3

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 2

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román.



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 3

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 4

Muestreo de agregados



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 5

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 6

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 7

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 8

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 9

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 10

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 11

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 12

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 13

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 14

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..



Nota. Fotografía registrada, Diciembre - 2024.

Figura 15

Características urbanas de la plaza de armas del distrito de Cabanillas – San Román..

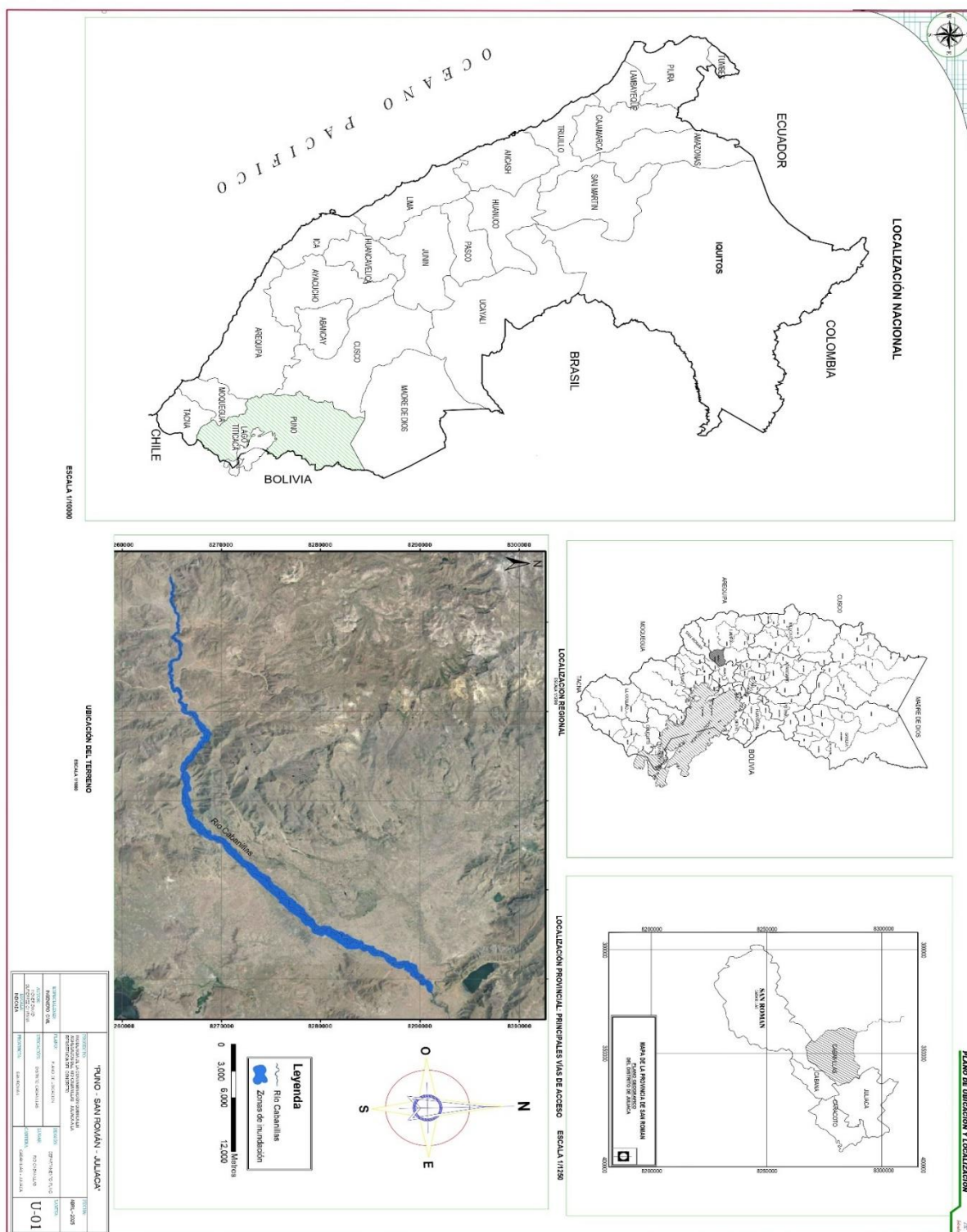


Nota. Fotografía registrada, Diciembre – 2024



ANEXO 4

PLANO DE UBICACIÓN



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓNAUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCVFormato digital ☒Fecha de entrega: 30/12/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: HOVER DAVID GUTIERREZ CHIPANADirección: IR. EMANCIPACIÓN BARRIO VILLA FATIMA M2. G LT.7DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73492363Teléfono: 992503319 email: deivid20guterrez@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURASEscuela Profesional o Mención: INGENIERIA - CIVILTítulo o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVILAsesor: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐Título: INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS
DEL RIO CABANILLAS - JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETOPalabras claves, (3 a 5 términos): AGREGADOS, CONTAMINACIÓN QUÍMICA, RESISTENCIA DE CONCRETO¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?2.¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ 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: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN P-17

Firma de Autor



huella digital

30/12/2025

Fecha