

**U  
N  
S  
A  
A  
C  
C  
U  
S  
C  
O**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL  
CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

---

**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL CURADO Y LA RESISTENCIA  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  Y  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$  EN LA RETRACCIÓN DEL CONCRETO  
EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023**

---

**Presentado por:**

**Bach. CHOQUE FIGUEROA, PAUL**

**Para optar al título profesional de Ingeniero Civil**

**Asesora: Ing. LUZ MARLENE NIETO PALOMINO**

**Cusco-Perú**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: "Análisis de la influencia del curado y la Resistencia  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en la Retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023"

presentado por: Paul Choque Figueras con DNI Nro.: 72461560 presentado por: ..... con DNI Nro.: ..... para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero civil

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 29 de mayo de 2024



Firma

Post firma: ING. LUZ MARLENE NIETO P.

Nro. de DNI: 23849232

ORCID del Asesor: 0000-0001-6820-2758

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:354791038

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS - PAUL CHOQUE FIGUEROA 08-05-2024.pdf**

AUTOR

**PAUL CHOQUE**

RECUENTO DE PALABRAS

**34344 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**180409 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**169 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**5.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 14, 2024 11:07 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 14, 2024 11:09 AM GMT-5**

### ● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Base de datos de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de publicaciones
- Material bibliográfico
- Material citado
- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 30 palabras)

## **DEDICATORIA**

*A Dios por entregarme una familia que me apoya en todo momento.*

*A mis padres Moisés y Marcia por el apoyo incondicional y haberme brindado todos sus consejos que han hecho una mejor persona en mí.*

*A mis abuelos Leoncio y Leonor que son un ejemplo de dedicación y trabajo para toda mi familia, por ser un ejemplo a seguir.*

*A mis hermanos por la compañía y el apoyo moral que he recibido en el tiempo de estudio.*

*Sin ustedes que son mi familia, nada esto hubiese sido posible y estaré siempre agradecido.*

***Bach. Choque Figueroa Paul***

## **AGRADECIMIENTO**

A mi querida Universidad Nacional san Antonio Abad del Cusco, facultad de Ingeniería Civil, le agradecemos por brindarnos una formación profesional a través de sus docentes e infraestructura.

A mi asesora Ing. Luz Marlene Nieto Palomino por su gran aporte a esta investigación, además de mostrar un gran conocimiento en la especialidad correspondiente a la presente investigación en la rama de estructuras y resistencia de materiales.

Agradezco también al Ing. Jorge Iván Cruz Tello, por el apoyo constante y supervisión en las pruebas de laboratorio realizadas para la presente tesis.

## RESUMEN

En la presente tesis de investigación se tuvo como objetivo analizar la influencia del tipo de curado y la resistencia de diseño  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  en la retracción del concreto en la ciudad del cusco 2023, con la cual se pretendió ayudar a mitigar la retracción del concreto que es un fenómeno propio e innato del concreto. Para este trabajo de investigación se utilizó el método del diseño ACI 211.1 para el diseño de mezcla del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  y para el ensayo de retracción restringida se usó la norma técnica peruana NTP 339.212 CONCRETO, Método de ensayo estándar para determinar la edad del agrietamiento y características del esfuerzo de tensión inducida del mortero y concreto bajo contracción moderada. Se procedió con la preparación de 18 anillos de concreto y 48 probetas cilíndricas. Teniendo como resultados que el anillo de concreto con una resistencia de diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  y un curado en base a la norma NTP 339.212 alcanzo un espesor de fisuras de  $0.858 \text{ mm}$  y  $1.317 \text{ mm}$  a los 28 días y  $1.100 \text{ mm}$  y  $1.533 \text{ mm}$  en el día 49, los anillos de concreto con una resistencia de diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  y un curado sumergido en agua no presentaron fisuras de concreto en el día 28 y en el día 49, para la rotura de testigos de concreto se tiene que, el concreto de resistencia de diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  y un curado en base a la protección (cubierto con una). alcanzó una resistencia  $241.42 \text{ kg/cm}^2$  y  $305.22 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, el concreto con una resistencia de diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  y un curado sumergido alcanzo una resistencia  $268.14 \text{ kg/cm}^2$  y  $330.28 \text{ kg/cm}^2$ . Llegando a la conclusión que, el tipo de curado y la resistencia de diseño influye en la retracción del concreto, por otra parte, el tipo de curado en base a la norma y sumergido influye en la resistencia alcanzada por el concreto aumentando en un 11% para un concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  y un 8% para un concreto  $280 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente y por ultimo se tiene que la edad de agrietamiento para el concreto con una resistencia de diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  son de 13 y 9 días respectivamente.

**Palabras clave:** retracción del concreto, curado del concreto, edad de agrietamiento.

## ABSTRACT

In this research thesis, the objective was to analyze the influence of the type of curing and the design resistance  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'_c= 280 \text{ kg/cm}^2$  on the shrinkage of concrete in the city of Cusco 2023, which is intended to help mitigate concrete shrinkage, which is an innate phenomenon of concrete. For this research work, the ACI 211.1 design method was used for the concrete mix design  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'_c= 280 \text{ kg/cm}^2$  and the Peruvian technical standard NTP was used for the restricted shrinkage test. 339.212 CONCRETE. Standard test method for determining crack age and induced tensile stress characteristics of mortar and concrete under moderate shrinkage. We proceeded with the preparation of 18 concrete rings and 48 cylindrical specimens. Having as results that the concrete ring with a design resistance of  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  and curing based on the NTP 339.212 standard reached a crack thickness of  $0.858 \text{ mm}$  and  $1,317 \text{ mm}$  after 28 days and  $1,100 \text{ mm}$  and  $1,533 \text{ mm}$  on day 49, the concrete rings with a design resistance of  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  and curing submerged in water did not present concrete cracks on day 28 and on day 49, for failure of concrete cores, the concrete with a design resistance of  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  and cured based on the NTP 339.212 standard reached a resistance of  $241.42 \text{ kg/cm}^2$  and  $305.22 \text{ kg/cm}^2$  respectively, the concrete with a design resistance of  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  and submerged curing reached a resistance of  $268.14 \text{ kg/cm}^2$  and  $330.28 \text{ kg/cm}^2$ . Coming to the conclusion that the type of curing and the design resistance influences the shrinkage of the concrete, on the other hand, the type of curing based on the standard and submerged influences the resistance achieved by the concrete, increasing by 11% for a  $210 \text{ kg/cm}^2$  concrete and 8% for a  $280 \text{ kg/cm}^2$  concrete respectively and finally, the age of cracking for concrete with a design resistance of  $210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  is 13 and 9 days respectively.

*Keywords:* concrete shrinkage, concrete curing, age of cracking.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
1. Justificación de la investigación.....	2
1.1 Justificación teórica.....	2
1.2 Justificación práctica.....	2
1.3 Justificación metodológica.....	2
2. Planeamiento y formulación del problema de investigación.....	3
3. Formulación del problema.....	5
3.1 Problema general.....	5
3.2 Problemas específicos.....	5
4. Objetivos de la investigación.....	6
4.1) Objetivo general.....	6
4.2) Objetivos específicos.....	6
5. Marco teórico y conceptual.....	7
5.1) Antecedentes de la investigación.....	7
5.1.1) <i>Antecedentes internacionales.</i> ....	7
5.1.2) <i>Antecedentes nacionales.</i> ....	7
<hr/>	
Bach. Choque Figueroa Paul	v

5.1.3) <i>Antecedentes locales</i> .....	8
5.2.1) <i>Concreto</i> .....	9
5.2.1.1) Composición del concreto .....	9
5.2.1.1.1) Cemento .....	9
5.2.1.1.2) Agregados .....	10
5.2.1.2) Caracterización de los agregados .....	10
5.2.1.2.1) Muestreo para materiales de construcción .....	13
5.2.1.2.2) Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 $\mu$ m (n° 200) por lavado. .....	13
5.2.1.2.3) Peso unitario y vacíos de los agregados .....	13
5.2.1.2.4) Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos .....	14
5.2.1.2.5) Peso específico y absorción de agregados finos .....	16
5.2.1.2.6) Peso específico y absorción de agregados gruesos .....	16
5.2.1.2.7) Ensayo de abrasión los ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de (1 ½”). .....	16
5.2.1.2.8) Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado .....	17
5.2.2) <i>Agua</i> .....	17
5.2.3) <i>Propiedades del concreto</i> .....	17
5.2.4) <i>Clasificación del concreto</i> .....	18
5.3) <i>Curado del concreto</i> .....	19
5.3.1) <i>Normas para el curado del concreto</i> .....	19
5.3.1.1) Saturación o inmersión .....	19
5.3.1.2) Norma NTP 339.225 Materiales laminares para el curado del concreto .....	19
5.4) <i>Resistencia del concreto</i> .....	20
5.4.1) <i>Clasificación de la resistencia</i> .....	20
5.4.2) <i>Fuentes de variación de la resistencia</i> .....	20
5.4.3) <i>Pruebas para evaluar la resistencia</i> .....	20
5.4.4) <i>Ensayo de resistencia a la compresión</i> .....	20

5.5) Retracción del concreto .....	21
5.5.1) <i>Tipos de retracción del concreto</i> .....	22
5.5.1.1) Retracción plástica.....	22
5.5.1.2) Retracción autógena. ....	22
5.5.1.3) Retracción térmica.....	22
5.5.1.4) Retracción por secado.....	22
5.5.1.5) Retracción por carbonatación. ....	23
5.5.2) <i>Factores que afectan a la retracción del concreto</i> .....	23
5.5.2.1) Composición del concreto. ....	23
5.5.2.2) Geometría del elemento.....	24
5.5.2.3) Curado del concreto.....	24
5.5.2.4) Factores medioambientales. ....	25
5.5.3) <i>Método para medir la retracción del concreto</i> .....	25
5.5.3.1) Método del ensayo de retracción restringida. ....	25
5.3.4) <i>Diseño de mezcla del concreto</i> .....	27
5.3.4.1) Método ACI 211.1.....	27
6. Hipótesis de la investigación .....	34
6.1) Hipótesis.....	34
6.1.1) <i>Hipótesis general</i> .....	34
6.1.2) <i>Hipótesis específica</i> .....	34
6.2) Identificación de variables e indicadores .....	34
6.2.1) <i>Variables independientes</i> .....	34
6.2.2) <i>Variables dependientes</i> .....	34
6.3) Operacionalización de variables.....	35
6.4) Alcance, limitación y viabilidad.....	36
6.4.1) <i>Alcance de la investigación.</i> .....	36

7. Metodología de la investigación.....	37
7.1) Enfoque de la investigación .....	37
7.2) Nivel o alcance de la investigación .....	37
7.3) Tipo de investigación .....	37
7.4) Diseño de investigación.....	37
7.5) Población de estudio.....	38
7.6) Muestra .....	38
7.7) Tamaño de la muestra.....	38
7.7.1) Para el ensayo de retracción restringida .....	38
7.7.2) Para el ensayo de compresión de testigos de concreto .....	39
7.8) Técnicas de recolección de información .....	39
7.9) Instrumentos de técnicas de recolección de información .....	40
7.9.1) <i>para el ensayo al agregado fino y grueso</i> .....	40
7.9.2) <i>Para el ensayo de retracción restringida.</i> .....	41
7.9.3) <i>Para el ensayo a compresión de testigos de concreto.</i> .....	41
7.9.) <i>Para las lecturas de temperatura de curado.</i> .....	42
7.11) Diseño de ingeniería .....	43
8. Resultados de la investigación.....	44
8.1) Elección de canteras usadas para el diseño de mezcla .....	44
8.2) Ensayos al agregado fino y grueso .....	44
8.2.1) <i>Muestreo para materiales de construcción</i> .....	44
9.2.1.1) Procedimiento. ....	44

8.2.2) Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 mm (n° 200) por lavado.....	44
8.2.2.1) Procedimiento.....	44
8.2.2.2) Registro fotográfico.....	45
8.2.2.3) Toma de datos.....	45
8.2.3) <i>Peso unitario y vacíos de los agregados.</i> .....	46
8.2.3.1) Procedimiento.....	46
8.2.3.2) Registro fotográfico.....	47
8.2.3.3) Toma de datos.....	48
8.2.4) <i>Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.</i> .....	50
8.2.4.1) Para el agregado fino .....	51
8.2.4.1.1) Procedimiento. ....	51
8.2.4.1.2) Registro fotográfico .....	51
8.2.4.1.3) Toma de datos .....	52
8.2.4.2) Para el agregado grueso.....	56
8.2.4.2.1) Procedimiento .....	56
8.2.4.2.2) Toma de datos .....	57
8.2.5) <i>Peso específico y absorción de agregados finos</i> .....	61
8.2.5.1) Procedimiento.....	61
8.2.5.2) Registro fotográfico.....	62
8.2.5.3) Toma de datos.....	62
8.2.6) <i>Peso específico y absorción de agregados gruesos.</i> .....	63
8.2.6.1) Procedimiento.....	63
8.2.6.2) Registro fotográfico.....	64
8.2.6.3) Toma de datos.....	64
8.2.7) <i>Ensayo de abrasión los ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de (1 ½")</i> .....	65
8.2.7.1) Procedimiento.....	65
8.2.7.2) Registro fotográfico.....	67
8.2.7.3) toma de datos.....	67

8.2.8) <i>Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado.</i> .....	68
8.2.8.1) Procedimiento.....	68
8.2.8.2) Toma de datos.....	68
8.2.8.2.1) <i>Para el agregado grueso.</i> .....	68
8.2.8.2.2) <i>para el agregado fino.</i> .....	69
8.3) Diseño de mezcla del concreto .....	69
8.3.1) <i>Determinación de la resistencia a la compresión promedio</i> .....	70
8.3.2) <i>Determinación del tamaño máximo nominal</i> .....	70
8.3.3) <i>Determinación del asentamiento del concreto en estado fresco.</i> .....	71
8.3.4) <i>Determinación del volumen unitario del agua</i> .....	72
8.3.5) <i>Determinación del contenido de aire atrapado</i> .....	72
8.3.6) <i>Determinación de la relación agua cemento por resistencia y durabilidad</i> .....	73
8.3.7) <i>Determinación del factor cemento</i> .....	74
8.3.8) <i>determinación de la cantidad de agregado grueso</i> .....	75
8.3.9) <i>Determinación de los volúmenes absolutos.</i> .....	76
8.3.10) <i>Determinación del volumen absoluto del agregado fino</i> .....	77
8.3.11) <i>Determinación del peso del agregado fino</i> .....	77
8.3.12) <i>Determinación de los valores de diseño de los componentes del concreto</i> .....	78
8.3.13) <i>Corrección del diseño de mezcla por humedad</i> .....	78
8.3.14) <i>Corrección del diseño de mezcla por absorción</i> .....	79

8.3.15) <i>Determinación de las proporciones el peso y volumen del diseño de mezcla</i> .....	80
8.4) Cálculo de volumen de concreto .....	81
8.5) Vaciado de muestras de concreto .....	86
8.6) Lectura de las fisuras de los anillos de concreto .....	87
8.6.1) <i>Lectura de fisuras de los anillos de concreto de resistencia <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> curados mediante la norma NTP 339.212.</i> ....	87
8.6.2) <i>Lectura de fisuras de los anillos de concreto de resistencia <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> con un curado sumergido.</i> .....	98
8.6.3) <i>Lectura de fisuras de los anillos de concreto de resistencia <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup> curados mediante la norma NTP 339.212.</i> ....	98
8.6.4) <i>Lectura de fisuras de los anillos de concreto de resistencia <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup> con un curado sumergido.</i> .....	108
8.7) Lectura de la compresión de testigos de concreto .....	109
8.8) Lectura de la temperatura de curado de las muestras .....	112
9. Resumen de los resultados obtenidos en laboratorio .....	114
9.1) Lectura de los anillos de concreto con un curado en base a la norma NTP 339.212. ....	114
9.2) Lectura de los anillos de concreto con un curado en base a la norma NTP 339.212. ....	115
9.3) Lectura de los testigos de concreto.....	116
10. Análisis y discusión de resultados .....	117

11. Conclusiones y recomendaciones .....	119
11.1 Conclusiones.....	119
11.1.1) Para el objetivo general .....	119
11.1.2) Para el objetivo específico 1 .....	119
11.1.3) Para el objetivo específico 2 .....	119
11.1.4) Para el objetivo específico 3 .....	119
11.2) recomendaciones .....	120
11. Referencias bibliográficas .....	121
12. Anexos.....	126

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Composición del Concreto</i> .....	9
Tabla 2 <i>Resumen de las normas técnicas usadas en los ensayos de los agregados, Parte A</i> .....	11
Tabla 2 <i>Resumen de las normas técnicas usadas en los ensayos de los agregados, Parte B</i> .....	12
Tabla 3 <i>Tabla de cantidades mínimas para el ensayo de fino que pasa el tamiz N°200</i>	13
Tabla 4 <i>Límites de Granulometría para el Agregado Fino</i> .....	14
Tabla 5 <i>Límites de Granulometría para los Agregados Gruesos</i> .....	15
Tabla 6 <i>Gradación de las muestras de ensayo.</i> .....	16
Tabla 7 <i>Numero de esferas según la gradación.</i> .....	17
Tabla 8 <i>Propiedades del concreto.</i> .....	18
Tabla 9 <i>Clasificación del concreto. Parte A.</i> .....	18
Tabla 9 <i>Clasificación del concreto. Parte B.</i> .....	19
Tabla 10 <i>Clasificación de resistencia.</i> .....	20
Tabla 11 <i>Tipos de Rotura de Testigos de Concreto.</i> .....	21
Tabla 12 <i>Composición del concreto que afecta la retracción.</i> .....	23
Tabla 13 <i>Factores del curado que afectan la retracción del concreto.</i> .....	24
Tabla 14 <i>Factores ambientales que afectan la retracción del concreto. Parte A.</i> .....	25
Tabla 15 <i>Equipos usados en el ensayo de retracción restringida. Parte A.</i> .....	26
Tabla 15 <i>Equipos usados en el ensayo de retracción restringida. Parte B.</i> .....	26
Tabla 16 <i>Dimensiones del anillo de retracción restringida.</i> .....	26

Tabla 17 <i>Asentamiento Recomendados para Construcciones</i> .....	29
Tabla 18 <i>Valores Recomendados de TMN según el tipo de Construcción</i> .....	29
Tabla 19 <i>Requerimientos Aproximados de Agua de Mezclado y Contenido de Aire. Parte A</i> .....	30
Tabla 19 <i>Requerimientos Aproximados de Agua de Mezclado y Contenido de Aire. Parte B</i> .....	30
Tabla 20 <i>Relación agua-cemento vs <math>f'c</math></i> .....	30
Tabla 21 <i>Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto. Parte A</i> ...31	
Tabla 22 <i>Primera estimación del concreto fresco</i> .....	32
Tabla 23 <i>Matriz de operacionalización de variables</i> .....	35
Tabla 24 <i>Numero de pruebas para el ensayo de retracción restringida</i> .....	38
Tabla 25 <i>Numero de pruebas para el ensayo a compresión de testigos de concreto</i> .....	39
Tabla 26 <i>Técnicas de recolección de información</i> .....	40
Tabla 27 <i>Fichas de observación del ensayo a los agregados. Parte A</i> .....	40
Tabla 27 <i>Fichas de observación del ensayo a los agregados. Parte B</i> .....	41
Tabla 28 <i>Fichas de observación del ensayo de retracción restringida</i> .....	41
Tabla 29 <i>Fichas de observación del ensayo a compresión de testigos de concreto. Parte A</i> .....	41
Tabla 29 <i>Fichas de observación del ensayo a compresión de testigos de concreto. Parte B</i> .....	42
Tabla 30 <i>Fichas de observación de las lecturas de temperaturas de curado</i> .....	42
Tabla 31 <i>Esquema de técnicas de análisis e interpretación de la información</i> .....	42

Tabla 32 <i>Cantidad de material que pasa el tamiz N°200. Parte A.</i> .....	45
Tabla 32 <i>Cantidad de material que pasa el tamiz N°200. Parte B.</i> .....	46
Tabla 33 <i>Valores del peso unitario suelto del agregado fino.</i> .....	48
Tabla 34 <i>Valores del peso unitario compactado del agregado fino. Parte A.</i> .....	48
Tabla 34 <i>Valores del peso unitario compactado del agregado fino. Parte B.</i> .....	49
Tabla 35 <i>Valores del peso unitario suelto del agregado grueso.</i> .....	49
Tabla 36 <i>Valores del peso unitario compactado del agregado grueso.</i> .....	50
Tabla 37 <i>Análisis granulométrico del agregado fino.</i> .....	53
Tabla 38 <i>Análisis granulométrico corregido del agregado fino.</i> .....	55
Tabla 39 <i>Análisis granulométrico del agregado grueso.</i> .....	58
Tabla 40 <i>Análisis granulométrico corregido del agregado grueso.</i> .....	60
Tabla 41 <i>Peso Específico de Agregado Fino. Parte A.</i> .....	62
Tabla 41 <i>Peso Específico de Agregado Fino. Parte B.</i> .....	63
Tabla 42 <i>Absorción de Agregado Fino.</i> .....	63
Tabla 43 <i>Peso específico y absorción del agregado fino. Parte A.</i> .....	64
Tabla 43 <i>Peso específico y absorción del agregado fino. Parte B.</i> .....	65
Tabla 44 <i>Gradación de las muestras de ensayo. Parte A.</i> .....	65
Tabla 44 <i>Gradación de las muestras de ensayo. Parte B.</i> .....	66
Tabla 45 <i>Numero de esferas según la gradación.</i> .....	66
Tabla 46 <i>Abrasión los Ángeles.</i> .....	67
Tabla 47 <i>Contenido de humedad del agregado grueso. Parte A.</i> .....	68

Tabla 47 <i>Contenido de humedad del agregado grueso. Parte B.</i> .....	69
Tabla 48 <i>Contenido de humedad del agregado fino.</i> .....	69
Tabla 49 <i>Valores del <math>f'c</math> requeridas para el diseño de mezcla.</i> .....	70
Tabla 50 <i>Valores del <math>f'c</math> requeridas para el diseño de mezcla.</i> .....	70
Tabla 51 <i>Asentamiento para diferentes tipos de edificaciones.</i> .....	71
Tabla 52 <i>Tipos de consistencia.</i> .....	71
Tabla 53 <i>Volumen unitario del agua.</i> .....	72
Tabla 54 <i>Cantidad de aire atrapado. Parte A.</i> .....	72
Tabla 54 <i>Cantidad de aire atrapado. Parte B.</i> .....	73
Tabla 55 <i>Relación agua cemento.</i> .....	73
Tabla 56 <i>Relación agua cemento interpolado.</i> .....	74
Tabla 57 <i>Determinación del factor cemento.</i> .....	74
Tabla 58 <i>Determinación Del peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.</i> .....	75
Tabla 59 <i>Cálculo de los volúmenes absolutos para el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup></i> .....	76
Tabla 60 <i>Cálculo de los volúmenes absolutos para el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup></i> .....	76
Tabla 61 <i>Cálculo de los volúmenes absolutos para el agregado fino.</i> .....	77
Tabla 62 <i>Cálculo del peso seco del agregado fino.</i> .....	77
Tabla 63 <i>Diseño de mezcla en estado seco del concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math></i> .....	78
Tabla 64 <i>Diseño de mezcla en estado seco del concreto <math>f'c = 280\text{kg/cm}^2</math>.</i> .....	78
Tabla 65 <i>Corrección por humedad de los agregados para el concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math>.</i> <i>Parte A.</i> .....	79

Tabla 65 <i>Corrección por humedad de los agregados para el concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math>.</i>	
<i>Parte B</i> .....	79
Tabla 66 <i>Corrección por humedad de los agregados para el concreto <math>f'c = 280\text{kg/cm}^2</math>.</i>	79
Tabla 67 <i>Corrección por absorción de los agregados para el concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math>.</i>	79
Tabla 68 <i>Corrección por absorción de los agregados para el concreto <math>f'c = 280\text{kg/cm}^2</math>.</i>	80
Tabla 69 <i>Corrección final del agua para el diseño de mezcla</i> .....	80
Tabla 70 <i>Las proporciones de los componentes del concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math></i> .....	81
Tabla 71 <i>Las proporciones de los componentes del concreto <math>f'c = 280\text{kg/cm}^2</math></i> .....	81
Tabla 72 <i>Metrado del volumen de concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math></i> .....	82
Tabla 73 <i>Metrado del volumen de concreto <math>f'c = 280\text{kg/cm}^2</math></i> .....	83
Tabla 74 <i>La relación de insumos para el concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math> y <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math>.</i>	
<i>Parte A</i> .....	84
Tabla 74 <i>La relación de insumos para el concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math> y <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math>.</i>	
<i>Parte B</i> .....	85
Tabla 75 <i>Fechas de vaciados de las muestras</i> .....	86
Tabla 76 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados. Parte A</i> .....	87
Tabla 76 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados. Parte B</i> .....	88
Tabla 77 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados</i> .....	89
Tabla 78 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados</i> .....	91

Tabla 79 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.</i> .....	93
Tabla 80 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.</i> .....	95
Tabla 81 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.</i> .....	96
Tabla 82 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.</i> .....	98
Tabla 83 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.</i> .....	100
Tabla 84 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.</i> .....	101
Tabla 85 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.</i> .....	103
Tabla 86 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.</i> .....	104
Tabla 87 <i>Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.</i> .....	106
Tabla 88 <i>Tabla resumen de la rotura de briquetas.</i> .....	109
Tabla 89 <i>Promedio de la temperatura de curado.</i> .....	112
Tabla 90 <i>Resumen de los agrietamientos de los anillos de concreto y las edades de agrietamiento.</i> .....	114
Tabla 91 <i>Resumen de las edades de agrietamiento.</i> .....	116
Tabla 92 <i>Resumen de las resistencias alcanzadas por el concreto a los 28 días.</i> .....	116

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Dimensiones del anillo de retracción restringida.</i> .....	26
Figura 2 <i>Fisurómetro de 0.0005mm de precisión.</i> .....	27
Figura 3 <i>Diagrama de flujo de trabajo del diseño de mezcla del concreto. Parte A.</i> .....	28
Figura 3 <i>Diagrama de flujo de trabajo del diseño de mezcla del concreto. Parte B.</i> .....	28
Figura 4 <i>Procedimiento de Tesis de Investigación.</i> .....	43
Figura 5 <i>Ensayo para determinar la cantidad que material que pasa el tamiz N°200.</i> ..45	
Figura 6 <i>Dimensionamiento de los moldes para el cálculo del peso unitario.</i> .....	47
Figura 7 <i>Ensayo del peso unitario suelto y compactado.</i> .....	47
Figura 8 <i>Ensayo de granulometría del agregado fino y grueso.</i> .....	51
Figura 9 <i>Curva granulométrica del agregado fino.</i> .....	54
Figura 10 <i>Curva granulométrica corregida del agregado fino.</i> .....	56
Figura 11 <i>Curva granulométrica del agregado grueso.</i> .....	59
Figura 12 <i>Curva granulométrica corregida del agregado grueso.</i> .....	61
Figura 13 <i>Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.</i> .....	62
Figura 14 <i>Ensayo de peso específico y absorción.</i> .....	64
Figura 15 <i>Ensayo de abrasión los Ángeles.</i> .....	67
Figura 16 <i>Ensayo del cono de Abrams.</i> .....	86
Figura 17 <i>Anillos de concreto después del vaciado.</i> .....	87
Figura 18 <i>Gráfico de las fisuras presentadas en el anillo 01.</i> .....	88
Figura 19 <i>Gráfico de las fisuras acumuladas presentadas en el anillo 1.</i> .....	89

Figura 20 <i>Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.</i> .....	90
Figura 21 <i>Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.</i> .....	91
Figura 22 <i>Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.</i> .....	93
Figura 23 <i>Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.</i> .....	94
Figura 24 <i>Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.</i> .....	94
Figura 25 <i>Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.</i> .....	95
Figura 26 <i>Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.</i> .....	96
Figura 27 <i>Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.</i> .....	97
Figura 28 <i>Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.</i> .....	97
Figura 29 <i>Gráfico de las fisuras de las muestras de los anillos de concreto.</i> .....	98
Figura 30 <i>Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.</i> .....	99
Figura 31 <i>Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.</i> .....	99
Figura 32 <i>Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.</i> .....	100
Figura 33 <i>Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.</i> .....	101
Figura 34 <i>Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.</i> .....	102
Figura 35 <i>Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.</i> .....	102
Figura 36 <i>Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.</i> .....	103
Figura 37 <i>Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.</i> .....	104
Figura 38 <i>Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.</i> .....	105
Figura 39 <i>Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.</i> .....	105
Figura 40 <i>Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.</i> .....	107

Figura 41 <i>Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.</i> .....	107
Figura 42 <i>Gráfico de las fisuras de las muestras de los anillos de concreto.</i> .....	108
Figura 43 <i>Toma de datos de retracción restringida.</i> .....	108
Figura 44 <i>Supervisión de ensayos del revisor y el asesor de tesis.</i> .....	109
Figura 45 <i>Preparación del caping para la rotura de briquetas.</i> .....	110
Figura 46 <i>Preparación de las briquetas para la rotura.</i> .....	110
Figura 47 <i>Rotura de testigos de concreto.</i> .....	111
Figura 48 <i>Rotura de testigos de concreto.</i> .....	111
Figura 49 <i>Lectura de datos de la maquina compresora de briquetas.</i> .....	112
Figura 50 <i>Toma de datos de temperatura de curado de los testigos de concreto.</i> .....	113
Figura 51 <i>Toma de datos del curado de los anillos de concreto.</i> .....	113
Figura 52 <i>Ficha de observación 1 de análisis granulométrico del agregado fino.</i> .....	127
Figura 53 <i>Ficha de observación 2 de análisis granulométrico corregido del agregado fino.</i> .....	128
Figura 54 <i>Ficha de observación 3 de análisis granulométrico del agregado grueso.</i> ..	129
Figura 55 <i>Ficha de observación 4 de análisis granulométrico del agregado grueso.</i> ..	130
Figura 56 <i>Ficha de observación 5 de ensayo de abrasión los ángeles.</i> .....	131
Figura 57 <i>Ficha de observación 6 de ensayo del contenido de humedad.</i> .....	132
Figura 58 <i>Ficha de observación 7 de ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso.</i> .....	133
Figura 59 <i>Ficha de observación 8 de ensayo del peso específico y absorción del agregado fino.</i> .....	134

Figura 60 <i>Ficha de observación 9 de ensayo del peso unitario suelto del agregado fino.</i>	135
Figura 61 <i>Ficha de observación 10 de ensayo del peso unitario compactado del agregado fino.</i>	136
Figura 62 <i>Ficha de observación 11 de ensayo del peso unitario suelto del agregado grueso.</i>	137
Figura 63 <i>Ficha de observación 12 de ensayo del peso unitario compactado del agregado grueso.</i>	138
Figura 64 <i>Ficha de observación 13 de ensayo del material que pasa el tamiz N°200.</i>	139
Figura 65 <i>Ficha de observación 14 de ensayo del ensayo de retracción restringida de las muestras 1,2 y 3 de resistencia 210kg/cm<sup>2</sup></i>	140
Figura 66 <i>Ficha de observación 15 de ensayo del ensayo de retracción restringida de las muestras 4,5 y 6 de resistencia 210kg/cm<sup>2</sup></i>	141
Figura 67 <i>Ficha de observación 16 de ensayo del ensayo de retracción restringida de las muestras 1,2 y 3 de resistencia 280kg/cm<sup>2</sup></i>	142
Figura 68 <i>Ficha de observación 17 de ensayo del ensayo de retracción restringida de las muestras 4,5 y 6 de resistencia 280kg/cm<sup>2</sup></i>	143
Figura 69 <i>Ficha de observación 18 de rotura de testigos de concreto a los 7 días.</i>	144
Figura 70 <i>Ficha de observación 19 de rotura de testigos de concreto a los 14 días.</i>	145
Figura 71 <i>Ficha de observación 20 de rotura de testigos de concreto a los 28 días.</i>	146
Figura 72 <i>Ficha de observación 20 de rotura de testigos de concreto a los 28 días.</i>	147
Figura 73 <i>Ficha de observación 21 de lectura de temperatura del agua de curado.</i>	148



## INTRODUCCIÓN

La retracción es un fenómeno propio e innato del concreto que da lugar a consecuencias del tipo estructural y estético, manifestándose en fisuras destructivas y no destructivas dependiendo al tipo de estructura, por tanto, es de suma importancia conocer cuáles son los factores que influyen en la retracción del concreto con el fin de mejorar la calidad de los trabajos a base de concreto.

Los factores que influyen en la retracción del concreto es la resistencia de diseño y el curado que recibe durante el periodo de fraguado, por tanto, la presente investigación esta direccionada justamente a demostrar la relación que existe entre el tipo de curado, la resistencia de diseño y la retracción del concreto, en la ciudad del cusco 2023, con la metodología del tipo cuantitativa, nivel correlacional y un diseño experimental.

En el ítem A se procedió con la justificación teórica practica y metodología de la investigación presentada.

En el ítem B se realizó el planeamiento y formulación del problema de investigación presentada en la presente tesis.

En el ítem C se realizó el desarrollo del problema general y especifico de la presente tesis.

En el ítem D se desarrolló el objetivo general y especifico de la presente tesis de investigación.

En el ítem F se desarrolló el marco teórico y conceptual de la investigación presentado los antecedentes realizados y las bases teóricas que respaldan la presente tesis.

En el ítem G se desarrolló las hipótesis de la investigación a de las de la identificación de las variables, los alcances y las limitaciones que esta tesis presenta.

En el ítem H se desarrollaron los resultados de la investigación del diseño de mezcla, los anillos de retracción restringida y las roturas de testigos de concreto.

En el ítem I se realizó el análisis y la discusión de resultados de la presente tesis.

En el ítem J se desarrolló las conclusiones y recomendaciones de la presente tesis.

En el ítem K se puso las referencias bibliográficas.

En el ítem L se adjunta los anexos presentados en la presente investigación

# **1. Justificación de la investigación**

## **1.1 Justificación teórica**

Con este trabajo de investigación se pretendió analizar el comportamiento y los fenómenos que afectan a la retracción del concreto en donde este trabajo se pueda usar como base teórica y analítica para la continuidad del análisis de diferentes tipos de retracción y los múltiples ensayos que se usan para determinar de manera cuantitativa y cualitativa la retracción del concreto.

Además, se demostró las variaciones volumétricas (retracción) que el concreto presenta con el tiempo sin que existan fuerzas externas que afecten al concreto, y como estas variaciones de volumen se puedan mitigar mediante diferentes técnicas usando diferentes tipos de curado, bajo las condiciones ambientales que se presenta a nivel local.

## **1.2 Justificación práctica**

El presente trabajo de investigación pretendió analizar la influencia de la resistencia de diseño y el curado en la retracción del concreto, adicionalmente se pretendió analizar la influencia del curado en la resistencia alcanzada por el concreto.

## **1.3 Justificación metodológica**

El ensayo realizado se denomina ensayo de retracción restringida y la norma técnica peruana NTP 339.212 CONCRETO. Método de ensayo estándar para determinar la edad del agrietamiento y características del esfuerzo de tensión inducida del mortero y concreto bajo contracción moderada, es la que regula los parámetros de dimensiones de los anillos de concreto y además regula las condiciones de temperatura y curado a las cuales se debe realizar dicho ensayo.

## **2. Planeamiento y formulación del problema de investigación**

### **2.1 Situación problemática**

La retracción del concreto una propiedad muy importante que está relacionada con la fisuración que presenta el concreto en donde la pasta de concreto necesariamente se contrae, debido a la reducción de volumen original de agua, por combinación química con el cemento, la cual es un proceso irreversible (García, 2014).

Para entender físicamente este fenómeno, recordemos que, en la superficie de las paredes de los poros y capilares, de cualquier elemento, necesariamente existe energía libre, producto de ausencia de moléculas vecinas y consecuentemente de enlaces disponibles. Esta energía da origen a las fuerzas de atracción (tensión superficial) que atrapan las moléculas de agua más cercanas o en contacto a la superficie de los poros (agua absorbida). Al evaporarse esta agua, el equilibrio existente en la superficie de los capilares se rompe, lo que da origen a las fuerzas de atracción, entre las paredes de los capilares, cuya resultante sería la responsable del fenómeno de retracción (Aguirrebeitia & Chiaro, 2010)

Para evitar la pérdida de humedad se realiza el curado, el cual implica mantener el concreto recién colocado en condiciones adecuadas de humedad y temperatura para que pueda desarrollar propiedades como resistencia y durabilidad, para las cuales fue diseñada la mezcla (García, 2014). El curado se utiliza para describir el proceso natural por medio del cual el concreto madura y desarrolla sus propiedades mecánicas típicas del material en estado endurecido, así como para identificar las acciones tomadas por el constructor, de esta manera mantener el concreto húmedo, dentro de un rango de temperatura adecuada, promoviendo la hidratación del cemento (Tejada & Cordova, 2022). La hidratación es la reacción química de los materiales cementosos con el agua que produce las propiedades deseadas del concreto. El objetivo del curado es prevenir la pérdida de humedad y mantener una temperatura favorable para apoyar la hidratación continua puesto que, sin un suministro adecuado de humedad, los materiales cementosos como el concreto no pueden reaccionar para formar un producto de calidad y resistencia del concreto (García, 2014).

Por tanto, de acuerdo a lo descrito anteriormente, el uso cotidiano del concreto y la amplia necesidad de trabajar con diferentes tipos de resistencia alcanzada, surge la necesidad de encontrar el tratamiento óptimo para el concreto a diferentes resistencias alcanzadas, para poder contrarrestar el fenómeno de retracción del concreto mediante los

diferentes tipos de curado que el concreto pueda recibir, ya que la retracción del concreto es un fenómeno propio e innato del concreto.

De no solucionar esta problemática, el concreto al no tener una idea exacta de las edades de agrietamiento, los tiempos críticos en los que se produce la retracción y el tipo de curado óptimo del concreto, al ser de uso general, se tendrá infraestructuras de concretos deficientes, con deformaciones y con fisuras en las edificaciones, pavimentos rígidos, veredas entre otras, construcciones que dañan la estética de los trabajos a base de concreto.

Por tanto, se realiza el presente estudio, para medir como la resistencia y el curado influye en la retracción del concreto, y dar a conocer el comportamiento del concreto en las diferentes edades en la cual es más propenso a la retracción.

### 3. Formulación del problema

#### 3.1 Problema general

**PG:** ¿De qué manera influye el curado y la resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023?

#### 3.2 Problemas específicos

**PE1:** ¿Cuál es la influencia del curado en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023?

**PE2:** ¿Cómo afecta la resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023?

**PE3:** ¿De qué manera influye el curado en la resistencia alcanzada por el concreto en la ciudad del Cusco, 2023?

## 4. Objetivos de la investigación

### 4.1) Objetivo general

**OG:** Analizar la influencia del curado y la resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023.

### 4.2) Objetivos específicos

**OE1:** Determinar la influencia del curado en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023.

**OE2:** Establecer la influencia de la resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023.

**OE3:** Determinar la influencia del curado en la resistencia alcanzada por el concreto en la ciudad del Cusco, 2023.

## 5. Marco teórico y conceptual

### 5.1) Antecedentes de la investigación.

#### 5.1.1) *Antecedentes internacionales.*

**Gonzales, (2017)**, en la tesis titulada “Análisis de la efectividad en la retracción de concretos al adicionar ceniza volante y un aditivo compensador” tuvo como objetivo analizar el comportamiento del fenómeno de retracción en concretos diseñados con mezclas a base de ceniza volante y un aditivo compensador, para lo cual realizó la siguiente metodología experimental, para comprender el comportamiento del fenómeno de retracción, realizó 3 ensayos, para medir el agrietamiento total presentado en tres muestras de anillo, la variación de longitud del concreto endurecido y la cuantificación de los espesores de las fisuras para cada tipo de concreto, encontrando los siguientes resultados para el primer ensayo(70% cemento + 30% Ceniza volante del Sochagota + 1% Eucoomp100) toleró mayor retracción: alcanzó valores de hasta  $-300 \times 10^{-6}$ , para un periodo de 10 días. Para el segundo ensayo alcanzó un valor promedio de  $-0,9285 \%$ . Y para el último ensayo se obtuvo el espesor promedio de agrietamiento mayor, con un valor de 1,60 mm (retracción plástica) y 0,4 mm (retracción autógena). Llegando como conclusión principal que el diseño de mezcla (70% cemento + 30% Ceniza volante del Sochagota + 1% Eucoomp100) toleró mayor retracción: alcanzó valores de hasta  $-300 \times 10^{-6}$ , para un periodo de 10 días.

#### 5.1.2) *Antecedentes nacionales.*

**Roca, (2019)**, en la tesis titulada “Análisis del concreto al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST para evaluar la efectividad de retracción en el desempeño del pavimento – San Martín de Porres, 2019” tuvo como objetivo analizar la efectividad de la retracción en le concreto, pero a este elemento se le añadirá dos componentes enriqueciendo así la naturaleza del concreto para tener como finalidad optimizar la retracción, utilizando una metodología experimental que se basó en un enfoque cuantitativo, realizando dos ensayos, un ensayo de retracción restringida y el ensayo de retracción libre, para así poder cuantificar las variaciones volumétricas del concreto. encontrando los siguientes resultados, para el primer ensayo realizado determino la cantidad de fisuras presentadas en los anillos de concreto las cuales fueron 15 para un concreto convencional, 10 para un concreto + ceniza, 8 para un concreto + aditivo y por ultimo 5 para un concreto + ceniza + aditivo, para el segundo ensayo cuantifico las variaciones de longitud de las vigas de concreto las cuales son 0.148mm para un concreto convencional, 1.436 mm. para un

concreto + ceniza, 0.0732 mm para un concreto + aditivo y por ultimo 0.0456mm para un concreto + ceniza + aditivo concluyendo que el uso de aditivos más ceniza volante reduce drásticamente el fenómeno de retracción del concreto.

**Coila & Loaiza, (2015)**, en la tesis titulada “Influencia de la relación agua cemento y el agregado fino en la retracción para concretos en Arequipa” tuvo como objetivo Evaluar la contracción y/o retracción del concreto utilizando diferentes relaciones de agua/cemento y agregado fino para las condiciones en Arequipa., para lo cual realizó la siguiente metodología experimental se basó en un enfoque cuantitativo, realizado dos ensayos el ensayo de retracción libre y el ensayo de retracción restringida. encontrando los siguientes resultados, para el ensayo de retracción libre se llegó a una variación de longitud de 0.1208 mm a 0.2264mm dependiendo de la relación gua cemento que se use y para el ensayo de retracción libre la edad de agrietamiento varia del día 12 al día 20 y los espesores de las primeras fisuras varían de 0.04mm hasta 0.08mm dependiendo de la relación agua cemento llegando como conclusión principal que a mayor relación agua cemento las variables retracción libre y restringida van disminuyendo.

### **5.1.3) Antecedentes locales.**

**Ccama, (2021)**, en la tesis titulada “Control de fisuramiento por retracción plástica en pavimentos de concreto usando aditivo resina raquis de plátano, La convención, Cusco, 2021” tuvo como objetivos Mitigar y controlar la aparición de fisuras del tipo retracción plástica en pavimentos de concreto, utilizando aditivos naturales que se encuentran en la zona de estudio para lo cual realizo la siguiente metodología experimental y se basó en un enfoque cuantitativo realizando ensayos de vaciado de muestras para poder medir los espesores de las fisuras en campo encontrando los siguientes resultados, que al adicionar la resina de plátano del 7% al 14% se obtiene una mejora en cuanto a la retracción plástica, llegando a la conclusión de que el uso de la resina de plátano tiende a disminuir la capacidad de contracción y adicional a ello mejora la trabajabilidad del concreto fresco.

## 5.2) Bases teóricas

### 5.2.1) Concreto

El concreto, ampliamente empleado en construcción, se produce combinando agregados, arena y un agente de unión, típicamente el cemento, a lo que a menudo se añaden aditivos para mejorar sus cualidades. Esta mezcla es capaz de adoptar diversas formas. Las características del concreto una vez endurecido varían según las proporciones y tipos de agregados utilizados, las adiciones y aditivos incorporados (Terrerros, 2016).

#### 5.2.1.1) Composición del concreto.

La composición del concreto, es una mezcla de varios componentes cuyas proporciones pueden variar según el uso específico y las características deseadas.

Los principales componentes del concreto se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 1**  
*Composición del Concreto*

<b>Con aire atrapado naturalmente (%)</b>	<b>Componente</b>	<b>Con aire incluido intencionalmente (%)</b>
0,5 a 3	Aire	4 a 8
7 a 15	Pasta de cemento	7 a 15
16 a 21	Agua	14 a 18
25 a 30	Arena o agregado fino	25 a 30
25 a 50	Grava o agregado grueso	30 a 50

*Nota.* Se presenta los datos de la composición del concreto. Fuente (Matallana, 2019)

#### 5.2.1.1.1) Cemento.

Es un material aglutinante que une los agregados, creando una roca sintética utilizada en construcción. En su forma líquida, facilita la fluidez de la mezcla y afecta significativamente su manejabilidad. Gracias al cemento, provoca el endurecimiento y desarrollo de la resistencia del material. Antes de que se endurezca, es posible transportar, colocar, moldear, compactar y terminar el

concreto en la obra. Una vez endurecido, llena los espacios entre los agregados, reduciendo así la permeabilidad. Contribuye a la durabilidad ante condiciones adversas como entornos salinos, aguas y suelos con sulfatos. Además, crea un ambiente alcalino que protege el acero incorporado en su interior (Matallana, 2019).

#### **5.2.1.1.2) Agregados.**

Para (Aladin & Silva, 2019) los agregados naturales provienen de la explotación, triturado y tamizado de las rocas, las cuales están conformadas por uno o más minerales además que la sustancia granular, como arena, grava, piedra triturada o escoria de alto horno, que puede combinarse con un aglutinante para crear concreto o mortero de cemento.

#### **5.2.1.2) Caracterización de los agregados.**

Para la caracterización del agregado se desarrolló en base a las normas técnicas peruanas vigentes las cuales se tienen de manera resumida en la siguiente tabla:

**Tabla 2***Resumen de las normas técnicas usadas en los ensayos de los agregados, Parte A*

<b>NORMA TÉCNICA PERUANA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>FORMULA</b>	<b>EN DONDE</b>
NTP 400.010	AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras	Se usa para la selección, transporte y el almacenamiento adecuado al agregado fino y grueso.	No aplica	No aplica
NTP 400.018	Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado Cantidad de 75µm (N° 200) por lavado en agregados	Se usa para determinar la cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200, y así determinar qué tan sucio se encuentra el agregado.	$A = \frac{B - C}{B} \times 100$	A: Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 µm (N° 200) por lavado. B: Peso seco de la muestra original, en gramos. C: Peso seco de la muestra después de lavado, en gramos.
NTP 400.017	Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados	Se usa para determinar el peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso.	$M = \frac{G - T}{V}$	M: Peso unitario del agregado en kg/m <sup>3</sup> . G: Peso del recipiente de medida más el agregado en kg. T: Peso del recipiente de medida en kg. V: Volumen del recipiente de medida en m <sup>3</sup> .
NTP 400.012	Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	Se realiza para determinar los parámetros en las que se tiene que encontrar el agregado para poder realizar el diseño de mezcla del concreto	No aplica	No aplica

**Tabla 2***Resumen de las normas técnicas usadas en los ensayos de los agregados, Parte B*

NTP 400.022	Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino	Se usa para determinar el peso específico seco y saturado superficialmente seco del agregado fino	$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$ $Pem = \frac{W_o}{V - Va} \times 100$	<p>Ab = porcentaje de Absorción  Pem = peso específico  Wo = peso de la muestra seca al horno.  V = volumen del picnómetro.  Va = peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> del agua añadida al frasco</p>
NTP 400.021	Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso	Se usa para determinar el peso específico seco y saturado superficialmente seco del agregado grueso	$Ab\% = \frac{B - A}{A} \times 100$ $Pem = \frac{A}{B - C} \times 100$	<p>Ab% = porcentaje de Absorción  Pem = peso específico  A = peso de la muestra seca al aire.  B = peso de la muestra saturada superficialmente seca.  C = peso en el agua de la muestra saturada.</p>
NTP 400.019	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles	Se usa para determinar la resistencia al desgaste del agregado grueso	No aplica	No aplica
NTP 339.185	Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	Se usa para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso	$P = \frac{W - D}{D} \times 100$	<p>P = contenido de humedad total de la muestra evaporable  W = masa de la muestra original en gramos  D = masa de la muestra seca al horno en gramos</p>

*Nota.* Se presenta un resumen de las normas técnicas peruanas usadas en la siguiente investigación. Fuente: Elaboración Propia

#### **5.2.1.2.1) Muestreo para materiales de construcción.**

De acuerdo a la norma técnica peruana NTP 400.010 (2001), el objetivo de este ensayo es realizar los procedimientos del muestreo de los agregados gruesos y finos para los siguientes propósitos:

- Investigación preliminar de la fuente de abastecimiento
- Control de la fuente de abastecimiento
- Control de las operaciones y en el sitio de su utilización
- Aceptación o rechazo de los materiales.

#### **5.2.1.2.2) Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 $\mu\text{m}$ (n° 200) por lavado.**

De acuerdo a la norma técnica peruana NTP 400.018 (2002), la cual establece el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo, material que pasa el tamiz normalizado de 72  $\mu\text{m}$  (N° 200) en el agregado a emplearse en la elaboración de concreto y morteros, las partículas de arcilla y otras partículas de agregado que serán dispersas por el agua, así como los materiales solubles al agua serán removidos durante este ensayo.

**Tabla 3**

*Tabla de cantidades mínimas para el ensayo de fino que pasa el tamiz N°200*

<b>Tamaño máximo nominal del agregado</b>	<b>Cantidad mínima (gr)</b>
N° 4 o más pequeño	300
3/8"	1000
3/4"	2500
1 1/2"	5000

*Nota.* Se presenta las cantidades mínimas que pasa por el Tamiz N°200 Fuente: (NTP 400.018, 2002)

Los cálculos correspondientes se desarrollan de acuerdo a la tabla 2.

#### **5.2.1.2.3) Peso unitario y vacíos de los agregados.**

De acuerdo con la norma técnica peruana NTP 400.017 (2011), la norma evalúa la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en 3 capas. El valor obtenido es el que se emplea en algunos métodos de diseño de mezcla para estimar las proporciones y también para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen.

Es la medida del volumen dada en porcentaje de espacios entre las partículas de agregados.

#### 5.2.1.2.4) Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.

- **Para el agregado fino**

Por otra parte, el agregado fino es considerado al igual que el agregado grueso aquel proveniente de la desintegración de origen natural o artificial de las rocas, sin embargo, la diferencia se encuentra determinado por que pasa el tamiz de 9.5 mm (3/8) y es retenido en la malla N° 200 además que cumple con los límites establecido en la NTP 400.037.

La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N° 4, N°8, N°16, N°30, N°50, y N°100 de la serie de Tyler.

**Tabla 4**  
*Límites de Granulometría para el Agregado Fino*

MALLA	% QUE PASA
3/8"	100
N° 4	95 – 100
N° 8	80 – 100
N° 16	50 – 85
N°30	25 – 60
N°50	10 – 30
N°100	0 -10

*Nota.* Se presenta los límites de los porcentajes que pasan por cada tamiz. Fuente (ASTM C-33).

- **Para el agregado grueso**

El agregado grueso es considerado cuando es retenido por la malla N°04 cuyo origen se encuentra determinado por la desintegración de origen natural de una roca, el agregado grueso debe contar con una gradación que se encuentre dentro de los rangos o límites establecidos en la norma técnica peruana NTP 400.037 o en la norma internacional ASTM C-33, los cuales se encuentran indicados en la siguiente tabla:

**Tabla 5**  
*Limites de Granulometría para los Agregados Gruesos*

Tamaño nominal	% Que pasa de tamices normalizados												
	100 mm (4")	90 mm (3 ½")	75 mm (3")	63 mm (2 ½")	50 mm (2")	37.5 mm (1 ½")	25 mm (1")	19 mm (¾")	12.5 mm (½")	9.5 mm (⅜")	4.75 mm N°4	2.36 mm N°8	1.18 mm N°16
90 mm a 37.5 mm (3 ½" a 1 ½")	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
63 mm a 37.5 mm (2 ½" a 1 ½")	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
50 mm a 25 mm (2" a 1")	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
50 mm a 4.75 mm (2" a N°4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-
37.5 mm a 19 mm (1 ½" a 1¼")	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-
37.5 mm a 1 ½" mm (1 ½" a N°4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-
25 mm a 12.5 mm (1" a ½")	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-
25 mm a 9.5 mm (1" a ⅜")	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-
25 mm a 4.75 mm (1" a N°4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-
19 mm a 9.5 mm (¾" a ⅜")	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-
19 mm a 4.75 mm (¾" a N°4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-
12.5 mm a 4.75 mm (½" a N°4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-
9.5 mm a 2.36 mm (⅜" a N°8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

*Nota.* Se presenta los parámetros que debe cumplir el agregado grueso. *Fuente:* (Rivva, 2014)

#### 5.2.1.2.5) *Peso específico y absorción de agregados finos.*

De acuerdo con la norma técnica peruana NTP 400.022 (2013), la presente norma tiene por objetivo establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino (no incluye los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino.

Los cálculos correspondientes se desarrollan de acuerdo a Se2.

#### 5.2.1.2.6) *Peso específico y absorción de agregados gruesos.*

De acuerdo a la norma técnica peruana NTP 400.021 (2018), la presente norma tiene por objeto establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado grueso (no incluye los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso.

Los cálculos correspondientes se desarrollan de acuerdo a Se2.

#### 5.2.1.2.7) *Ensayo de abrasión los ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de (1 ½").*

Desacuerdo a la norma técnica peruana NTP 400.019 (2002), el objetivo de este ensayo es determinar y analizar el porcentaje de desgaste del agregado grueso y también verificar que el parámetro de desgaste este dentro de los parámetros establecidos.

La norma nos establece la siguiente tabla para determinar la gradación e las muestras de ensayo:

**Tabla 6**  
*Gradación de las muestras de ensayo.*

Media del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, (gr)			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25			
1"	3/4"	1251 ± 25			
3/4"	1/2"	1252 ± 10	2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1253 ± 10	2501 ± 10		
3/8"	1/4"			2500 ± 10	
1/4"	N° 4			2501 ± 10	
N° 4	N° 8				5000
<b>TOTAL</b>		<b>5000 ± 10</b>	<b>5000 ± 10</b>	<b>5000 ± 10</b>	<b>5000 ± 10</b>

*Nota.* Se muestra los parámetros de gradación del agregado para el ensayo de Abrasión de los Ángeles.: Fuente (NTP 400.019, 2002).

**Tabla 7**

*Numero de esferas según la gradación.*

<b>Gradación</b>	<b>Numero de esferas</b>	<b>Masa de la carga (gr)</b>
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

*Nota.* Se muestra la cantidad de esferas usadas para el ensayo de Abrasión de los Ángeles.  
Fuente (NTP 400.019, 2002)

#### ***5.2.1.2.8) Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado.***

Desacuerdo con la norma técnica peruana NTP 339.185 (2002), esta norma establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación por lo que no está incluida en el porcentaje por este método. Los cálculos correspondientes se desarrollan de acuerdo a Se2.

#### ***5.2.2) Agua***

De acuerdo con Harmsen (2017), “otro componente importante es el agua incorporada en la mezcla, el agua deberá ser libre de cualquier agente externo que afecte a su composición química interna, no deberá presentarse agentes tales como aceites, ácidos, sales y materias orgánicas, en la mayoría de casos el agua potable es el adecuado para la fabricación de concreto, la función principal de este componente es la de hidratar el cemento y mejorar la trabajabilidad del concreto”.

#### ***5.2.3) Propiedades del concreto***

Se debe poseer propiedades de resistencia mecánica apropiada, resistencia a la exposición y no deben contener materiales que puedan dañar el concreto. La granulometría también desempeña un papel crucial; cuanto más uniforme sea, mejor se acomodan las partículas que componen el concreto, reduciendo así la cantidad de espacios vacíos en la mezcla y mejorando el uso eficiente de la pasta Elizondo (2013).

**Tabla 8***Propiedades del concreto.*

<b>Propiedad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Resistencia</b>	Capacidad del concreto para soportar cargas sin fallar, medida generalmente en términos de resistencia a la compresión.
<b>Trabajabilidad</b>	Facilidad con la que el concreto puede mezclarse, manejarse, transportarse, colocarse y compactarse sin segregación.
<b>Contracción por Secado</b>	Reducción en volumen del concreto a medida que pierde humedad durante el secado, lo que puede provocar grietas.

*Nota.* Se presenta un resumen de las propiedades físicas del concreto Fuente: Adaptado de (Matallana, 2019).

#### 5.2.4) Clasificación del concreto

Cada categoría de esta clasificación responde a diferentes necesidades y aplicaciones en el campo de la construcción y la ingeniería civil, permitiendo elegir la opción más adecuada para cada proyecto específico.

**Tabla 9***Clasificación del concreto. Parte A.*

<b>Clasificación</b>	<b>Categorías</b>	<b>Detalles</b>
<b>Por Consistencia o Trabajabilidad</b>	Muy Fluido	Muy fácil de mover, alto deslizamiento.
	Fluido	Fácil de mover, buena fluidez
	Plástico	Moderadamente manejable, menos fluido.
	Semiseco	Poca trabajabilidad, mantiene forma
	Seco	Difícil de mover, muy baja fluidez.
<b>Por la Resistencia</b>	Baja Resistencia	Menos de 20 MPa
	Resistencia Normal	20 a 40 Mpa
	Alta Resistencia	40 a 80 Mpa
	Muy Alta Resistencia	Más de 80 Mpa
<b>Por el Peso Volumétrico</b>	Ligero	Menos de 1,800 kg/m <sup>3</sup>
	Normal	1,800 a 2,500 kg/m <sup>3</sup>

Pesado Más de 2,500 kg/m<sup>3</sup>

**Tabla 9**  
*Clasificación del concreto. Parte B.*

	Pesado	Más de 2,500 kg/m <sup>3</sup>
<b>Por el Tipo de Refuerzo</b>	Sin Refuerzo	Sin acero de refuerzo
	Concreto Armado	Con barras o mallas de acero incrustadas
	Concreto Pretensado	Con tendones pretensados antes del fraguado
	Concreto Postensado	Con tendones tensados después del fraguado

*Nota.* la tabla muestra la clasificación del concreto Fuente: Adaptado de (Matallana, 2019)

### **5.3) Curado del concreto**

El concepto de curado se emplea para referirse tanto al proceso natural mediante el cual el concreto alcanza su madurez y desarrolla las propiedades mecánicas características del material en su estado endurecido, como para describir las medidas tomadas por el constructor para mantener el concreto húmedo y dentro de un rango de temperatura adecuado, favoreciendo así la hidratación del cemento Tejada & Córdoba (2022).

#### **5.3.1) Normas para el curado del concreto.**

##### **5.3.1.1) Saturación o inmersión.**

Según Neville (2013), implica mantener el concreto sumergido en agua durante un período específico tras su colocación. Este método asegura que el concreto se mantenga constantemente húmedo, lo cual es crucial para una hidratación adecuada del cemento y, por ende, para el desarrollo de la resistencia y durabilidad deseada.

##### **5.3.1.2) Norma NTP 339.225 Materiales laminares para el curado del concreto.**

Según la norma técnica peruana NTP 339.212 (2016) indica que a menos que haya otra especificación, los especímenes de ensayo estarán en el curado húmedo en los moldes por 24 h a 23 °C ± 2 °C usando una tela húmeda, cubrirlos con una película de polietileno cumpliendo los requisitos de la NTP 339.225 (2017). Iniciar el proceso de curado dentro los 5 minutos después de la primera lectura de tensión. Si el periodo de curado es mayor que las 24 h, retirar el anillo externo a las 24 h y continuar con el proceso de curado.

## 5.4) Resistencia del concreto

La magnitud de las variaciones en la resistencia de las muestras de prueba del concreto depende de lo adecuado del control de los materiales, de la fabricación del concreto y de la realización de las pruebas Tejada & Córdoba (2022).

### 5.4.1) Clasificación de la resistencia.

La resistencia del concreto se clasifica generalmente en base a su resistencia a la compresión, que se mide en Megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi). La clasificación varía según los requerimientos de la construcción, y puede incluir:

**Tabla 10**

*Clasificación de resistencia.*

Baja resistencia	Resistencia media	Alta resistencia
Generalmente menos de 20 MPa (aproximadamente 3000 psi).	<b>Entre 20 MPa y 40 Mpa (3000 a 6000 psi).</b>	Más de 40 MPa (6000 psi).

*Nota.* La tabla muestra la clasificación del concreto por la resistencia alcanzada Fuente: Adaptado de (ASTM International, 2021).

### 5.4.2) Fuentes de variación de la resistencia

La variación en la resistencia del concreto dentro de una prueba técnica se obtiene al calcular la variación de un grupo de cilindros elaborados de una muestra de concreto tomado de una mezcla determinada. Es razonable suponer que una mezcla de prueba de concreto es homogénea y que cualquier variación entre dos cilindros compañeros, elaborados de una muestra determinada, es ocasionada por las variaciones en la fabricación, el curado y la prueba Tejada & Córdoba (2022).

### 5.4.3) Pruebas para evaluar la resistencia

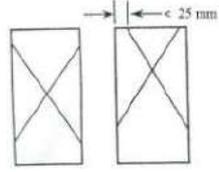
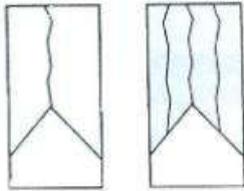
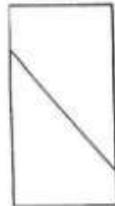
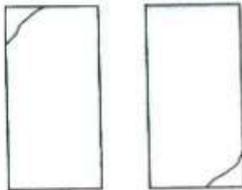
Las pruebas de resistencia del concreto ayudan a garantizar que el material cumpla con los requisitos específicos del proyecto ASTM International (2021).

- **Prueba de compresión:** Mide la resistencia a la compresión del concreto utilizando probetas cilíndricas o cúbicas.

### 5.4.4) Ensayo de resistencia a la compresión

Los tipos de rotura que presenten nuestros testigos están orientados de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 339.034 (2015), en las cuales nos indican 6 tipos las cuales se muestran a continuación.

**Tabla 11**  
Tipos de Rotura de Testigos de Concreto.

TIPOS DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO		
TIPO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
TIPO 1	Conos razonablemente bien formados en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.	
TIPO 2	Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono bien definido en la otra base	
TIPO 3	Grietas verticales columnares en ambas bases, conos bien formados	
TIPO 4	Fractura diagonal sin grietas en las bases y se deberá golpear con un martillo para diferenciar del tipo 1	
TIPO 5	Fractura de lado en las bases (superior e inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado	
TIPO 6	Fractura similar al tipo 5 pero el terminal es del cilindro acentuado	

*Nota.* Se presenta la clasificación de los tipos de rotura del concreto Adaptado de (NTP 339.034, 2015)

### 5.5) Retracción del concreto

Para entender físicamente este fenómeno, recordemos que, en la superficie de las paredes de los poros y capilares, de cualquier elemento, necesariamente existe energía libre,

producto de ausencia de moléculas vecinas y consecuentemente de enlaces disponibles. Esta energía da origen a las fuerzas de atracción (tensión superficial) que atrapan las moléculas de agua más cercanas o en contacto a la superficie de los poros (agua absorbida). Al evaporarse esta agua, el equilibrio existente en la superficie de los capilares se rompe, lo que da origen a las fuerzas de atracción, entre las paredes de los capilares, cuya resultante sería la responsable del fenómeno de retracción Aguirrebeitia & Chiaro (2010).

#### **5.5.1) Tipos de retracción del concreto**

Los tipos comunes de retracción en el concreto incluyen la retracción plástica, la retracción por secado, la retracción autógena y la retracción por carbonatación. Cada uno de estos tipos tiene características y causas específicas:

##### **5.5.1.1) Retracción plástica.**

Este tipo de retracción se presenta cuando el hormigón aún se encuentra todavía en estado plástico, y se presentan a una edad temprana de curado del concreto, la pérdida superficial de la humedad del mortero aumenta la retracción plástica con llevando a un agrietamiento superficial las cuales son elementos anti estéticos que generalmente no afectan a la resistencia del concreto Rafales & Corella. (2016).

##### **5.5.1.2) Retracción autógena.**

Este tipo de retracción ocurre a edades tempranas del proceso de fraguado en donde en conjunto con la retracción plástica se produce este fenómeno, la retracción autógena en el hormigón es el cambio volumétrico una vez iniciado su proceso de fraguado. Se desarrolla a edades muy tempranas debido a la retracción química y a la auto desecación Vélez (2016).

##### **5.5.1.3) Retracción térmica.**

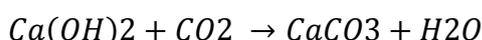
El concreto puede experimentar variaciones de volumen causadas por la temperatura, las cuales pueden provenir tanto externamente de la temperatura ambiente como internamente de la generada durante el fraguado y endurecimiento de la pasta del cemento Calvo & Buitrago (2022).

##### **5.5.1.4) Retracción por secado.**

La retracción que el concreto sufre debido al secado consiste básicamente en una deformación volumétrica de contracción, como consecuencia del movimiento de humedad dentro del material cuando existe un gradiente de humedad relativa entre el medio ambiente y la estructura Calvo & Buitrago (2022).

### 5.5.1.5) Retracción por carbonatación.

La contracción resulta de los efectos del dióxido de carbono sobre los cambios químicos del hidrato de silicato de calcio y los productos de hidratación cristalina y el secado de los poros mediante la eliminación del agua absorbida. El hidróxido de calcio formará carbonato de calcio al reaccionar con el dióxido de carbono atmosférico. Debido a que el dióxido de carbono no penetra más de aproximadamente 12 mm (0,5 pulgadas) en la superficie del concreto de alta calidad con baja porosidad, la contracción por carbonatación es de menor importancia en la contracción general de la mayoría de las estructuras de concreto. ACI 224R (2001).



### 5.5.2) Factores que afectan a la retracción del concreto

Los factores que afectan a la retracción del concreto según Calvo & Buitrago (2022).

#### 5.5.2.1) Composición del concreto.

Cuando se habla de la composición del concreto se habla de todo lo que influye en la elaboración del concreto hasta su estado endurecido estos factores se mencionan en la siguiente tabla.

**Tabla 12**  
*Composición del concreto que afecta la retracción.*

COMPOSICIÓN DEL CONCRETO QUE AFECTA LA RETRACCIÓN	
Factores que afectan la retracción	Definición
<b>Grado de compactación</b>	La retracción por compactación depende del porcentaje de vacíos al que se encuentre el concreto por tanto a menor compactación la retracción será mayor.
<b>Proporciones de los materiales</b>	Uno de los factores más influyentes en la retracción sería la proporción de cada agregado en el diseño de mezcla
<b>Relación agua cemento</b>	Ya que la resistencia del concreto depende de la relación agua cemento entonces podríamos afirmar que la retracción del concreto depende de la resistencia de diseño
<b>Características del cemento</b>	La retracción del cemento depende también del tipo de cemento que se están usando, la variación de la Puzolana y el Clinker en el cemento hacen que varíe el tipo y uso del concreto y por tanto también hace que varíe la retracción del concreto
<b>Características de los agregados</b>	La retracción del concreto también depende de las propiedades físicas de los agregados que estamos usando, las cuales son la porosidad, granulometría, modulo elástico, contenido de humedad.

*Nota.* Se presenta la composición del concreto que afecta a la retracción Fuente: Adaptado de (Calvo & Buitrago, 2022).

### 5.5.2.2) Geometría del elemento.

Cuando se habla de la geometría del elemento se refiere a la forma geométrica que el concreto adopta en su estado endurecido, y de cómo esta forma final afecta a la retracción del concreto.

- **La relación superficie libre/ volumen.** – En esta relación al modificar la superficie libre vs el volumen total del elemento de concreto varia la retracción puesto que el área de la superficie libre estará afectada al medio ambiente y a las variaciones de temperatura y humedad Cortes (2022).
- **Espesor mínimo.** – La variación del espesor mínimo es decir no tendrá el mismo efecto de en concretos de mayor espesor puesto que mientras más sea el volumen del espécimen vaciado las variaciones serán diferentes Cortes (2022).

### 5.5.2.3) Curado del concreto.

**Tabla 13**

*Factores del curado que afectan la retracción del concreto.*

<b>FACTORES DEL CURADO QUE AFECTAN LA RETRACCIÓN DEL CONCRETO</b>	
<b>Factores que afectan la retracción</b>	<b>Definición</b>
<b>Tipo y duración del curado</b>	Se refiere al periodo de cada curado, es decir cada cuanto tiempo es que se tiene que curar el concreto según a la humedad y temperatura del ambiente.
<b>Temperatura de curado</b>	La temperatura a la cual se encuentra curando el concreto, es decir, la temperatura a la que se encuentra el concreto juega un papel muy importante en cuanto a la retracción del concreto.
<b>Temperatura y Humedad</b>	La humedad y la temperatura del concreto también son fundamentales para la retracción puesto que determinara el grado de saturación de agua a la que se encuentre para que el concreto presente las reacciones químicas que necesite para llegar a su resistencia optima

*Nota.* La tabla muestra los factores que afectan a la retracción del concreto Fuente: Adaptado de (Calvo & Buitrago, 2022).

#### 5.5.2.4) Factores medioambientales.

Cuando se habla de factores ambientales se refiere a las condiciones medioambientales a las cuales el concreto ya sea en estado fresco o endurecido se encuentra.

**Tabla 14**

*Factores ambientales que afectan la retracción del concreto. Parte A.*

<b>FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LA RETRACCIÓN DEL CONCRETO</b>	
<b>Factores que afectan la retracción</b>	<b>Definición</b>
<b>Humedad relativa</b>	La humedad relativa a la que se encuentre el concreto serán parámetros importantes para el uso del monograma de Menzel.
<b>Temperatura del concreto</b>	La temperatura interna del concreto, es decir, la temperatura que presente el concreto al momento de sufrir las reacciones químicas juega un papel muy importante en cuanto a la retracción del concreto
<b>Temperatura ambiente</b>	La temperatura del medio que rodea al concreto también afectara a la retracción del concreto puesto que el concreto la igual que todos los elementos sufren variaciones de volumen por temperatura
<b>Velocidad del viento</b>	La velocidad del viento que se manifieste a la hora del curado del concreto afectara también a la retracción puesto que es un dato fundamental para el uso del monograma de Menzel

*Nota.* Se presenta los factores de clima y medio ambiente que afecta a la retracción del concreto

Fuente: Adaptado de (Calvo & Buitrago, 2022).

#### 5.5.3) Método para medir la retracción del concreto

##### 5.5.3.1) Método del ensayo de retracción restringida.

En este método, se basa en el ASTM C-1581 (2004) y la adaptación de la norma técnica peruana la NTP 339.212 (2016), método de ensayo estándar para determinar la edad del agrietamiento y características del esfuerzo de tensión inducida del mortero y concreto bajo contracción moderada, Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación en laboratorios de la edad en que se produce el agrietamiento de especímenes de mortero y los concretos y características del esfuerzo de tensión inducida.

**Tabla 15**

*Equipos usados en el ensayo de retracción restringida. Parte A.*

EQUIPOS USADOS EN EL ENSAYO DE RETRACCIÓN RESTRINGIDA	
Aparatos	Descripción
Anillo de acero	Anillo de acero estructural con un espesor de pared de 13 mm ± 0,10 mm, un diámetro externo de 330 mm ± 3,3 mm y una altura de 150 mm ± 6 mm.

**Tabla 15**

*Equipos usados en el ensayo de retracción restringida. Parte B.*

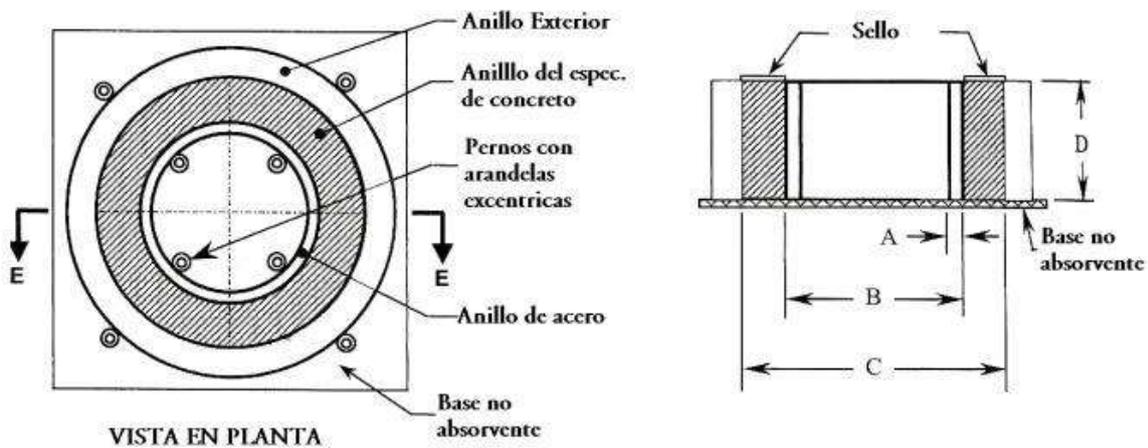
Sistema de adquisición de data	El sistema de adquisición de data será de una resolución de ± 0,00005 m/m.
Base	De madera contra-placada u otra base de superficie epóxica no absorbente y no reactiva. Con espesor de 3 mm de cobertura formado para obtener un diámetro interno de 405 mm ± 3 mm y una altura de 150 mm ± 6 mm
Anillo externo	

*Nota.* Se presenta los equipos usados para la elaboración del ensayo de retratación restringida Fuente: Adaptado de (NTP 339.212, 2016).

- Anillo de acero, base y anillo externo

**Figura 1**

*Dimensiones del anillo de retracción restringida.*



*Nota.* Se muestra los detalles del anillo de retracción restringida Fuente (NTP 339.212, 2016)

**Tabla 16**

*Dimensiones del anillo de retracción restringida.*

DIMENSIONES	SECCIÓN E-E UNIDADES
A	(13.0 ± 0.1) mm

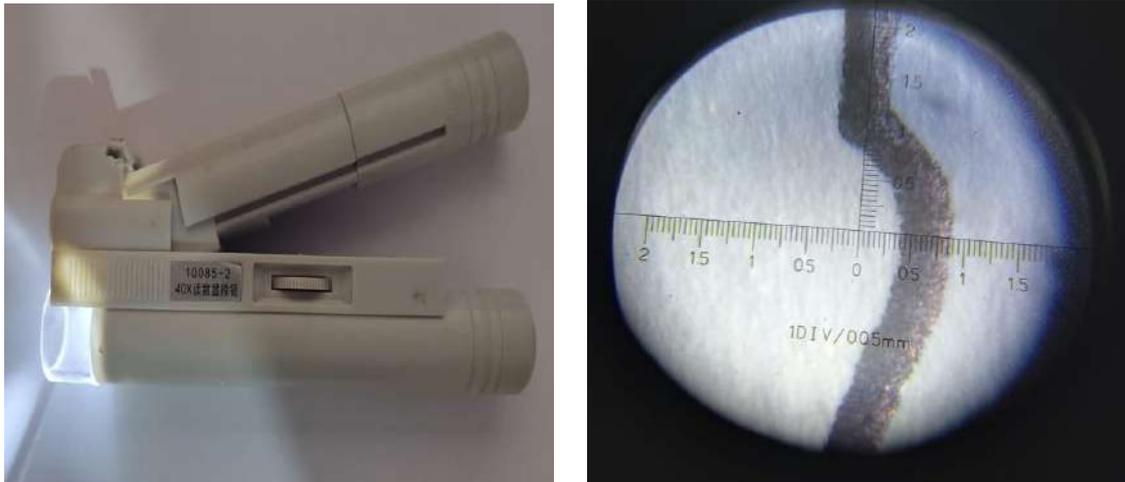
B	(330 ± 3) mm
C	(405 ± 3) mm
D	(150 ± 6) mm

*Nota.* Se presenta las dimensiones de los anillos que se usó para el ensayo de retracción restringida Adaptado de (NTP 339.212, 2016)

- **Sistema de adquisición de data**

**Figura 2**

*Fisurómetro de 0.0005mm de precisión.*



*Nota.* La figura muestra el instrumento de medición de fisuras Fuente: elaboración propia.

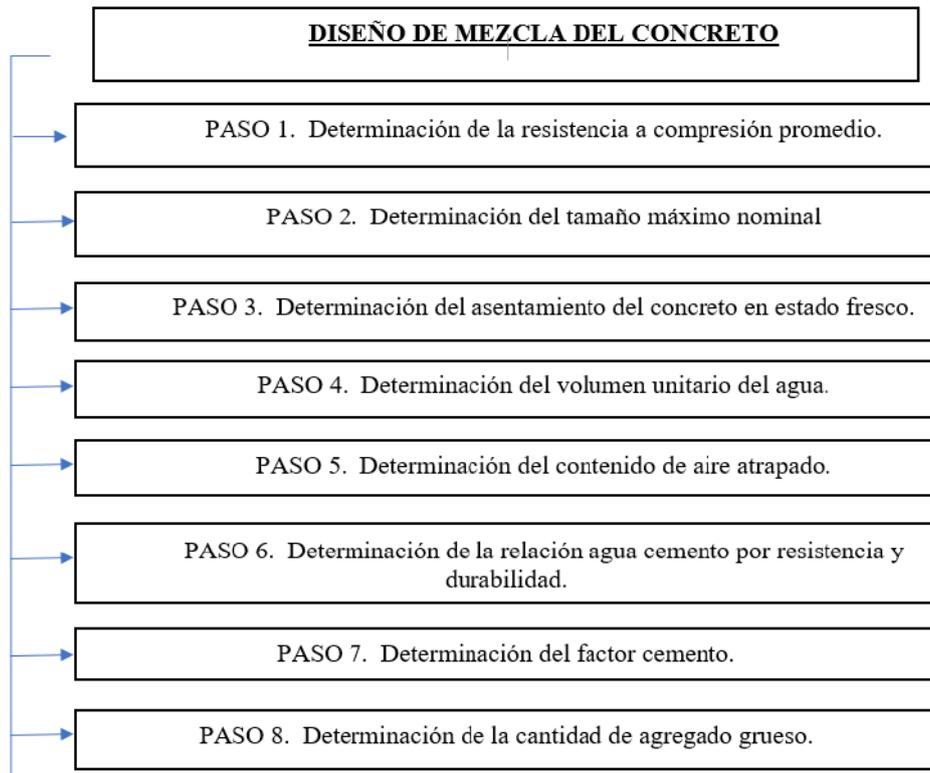
**5.3.4) Diseño de mezcla del concreto**

**5.3.4.1) Método ACI 211.1.**

Para desarrollar el diseño de mezcla de concreto de resistencias  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  en base al método del ACI 211.1 se desarrolla en base a la siguiente secuencia.

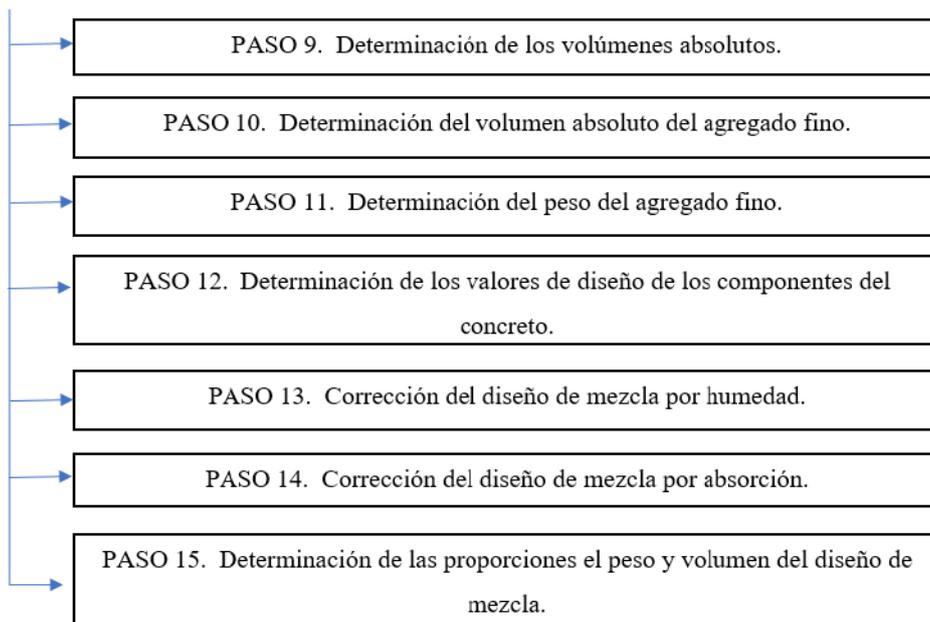
**Figura 3**

*Diagrama de flujo de trabajo del diseño de mezcla del concreto. Parte A.*



**Figura 3**

*Diagrama de flujo de trabajo del diseño de mezcla del concreto. Parte B.*



*Nota.* La figura muestra el flujo de trabajo del diseño de mezcla. Fuente: elaboración propia.

### ***Paso 1: Elección del revenimiento***

Huerta (2014) indica que “los rangos del revenimiento que se muestran son aplicables cuando se emplea el vibrado el concreto. Se muestra a continuación en la tabla 18 los valores a utilizar”.

**Tabla 17**  
*Asentamiento Recomendados para Construcciones*

<b>TIPO DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>MÁXIMO</b>	<b>MÍNIMO</b>
Zapatas y Muros de cimentación reforzados	3”	1”
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	3”	1”
Vigas y Muros reforzados	4”	1”
Columnas de edificios	4”	2”
Pavimentos y losas	3”	1”
Concreto Ciclópeo	2”	1”

*Nota.* Se presenta el asentamiento recomendado para el diseño de mezcla según el uso Fuente: (Rivva, 2014)

### ***Paso 2: Selección del tamaño máximo nominal (TMN)***

(Rivva, 2014) indica que “se trata de elegir una adecuada granulometría, tener una masa más compacta y con menos vacíos. La tabla 2, muestra los valores recomendados del TMN para los diferentes tipos de construcciones”. Además, se tendrá en consideración que el tamaño a máximo del agregado debe ser el mayor disponible económicamente y compatible con las dimensiones de la estructura. En ningún caso el tamaño máximo nominal debe exceder 1/5 de la menor dimensión entre los lados de las cimbras, 1/3 del espesor de las losas, ni 3/4 del espaciamiento en las varillas individuales o con paquetes de barras.

**Tabla 18**  
*Valores Recomendados de TMN según el tipo de Construcción.*

<b>Dimensión mínima del elemento (cm)</b>	<b>Tamaño máximo nominal en MM (Pulgadas)</b>			
	<b>Muros reforzados, vigas y columnas</b>	<b>Muros sin refuerzo</b>	<b>Losas muy reforzadas</b>	<b>Losas sin refuerzo o poco reforzadas</b>
6-15	12(1/2”) – 19(3/4”)	19(3/4”)	19(3/4”)–25(1”)	19(3/4”)

19-29	19(3/4")- 38(1 1/2")	38(1 1/2")	38(1 1/2")-76(3")	38(1 1/2")
30-74	38(1 1/2")-76(3")	76(3")	38(1 1/2")-76(3")	76(3")
75 o mas	38(1 1/2")-76(3")	152(6")	38(1 1/2")-76(3")	76(3")-152(6")

*Nota.* Se muestra el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Fuente: (Rivva, 2014).

### ***Paso 3: Estimación del Contenido de Aire***

La trabajabilidad y la cohesión de la mezcla de concreto en estado fresco tiene relación directa con el aire dentro de la composición de la mezcla, en la siguiente tabla se estiman el contenido de aire de la mezcla cuyos valores son recomendados de acuerdo a la normativa.

**Tabla 19**

*Requerimientos Aproximados de Agua de Mezclado y Contenido de Aire. Parte A.*

Asentamiento	Agua, en 1/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								

**Tabla 19**

*Requerimientos Aproximados de Agua de Mezclado y Contenido de Aire. Parte B.*

1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

*Nota.* Se muestra la selección de contenido de aire del concreto. Fuente: (Rivva, 2014).

### ***Paso 4: Selección de la relación agua cemento (a/c)***

La relación agua - cemento de la mezcla de concreto se encuentra determinada por la resistencia requerida y por la durabilidad dentro de la mezcla a la edad de los 28 días, cuando no se cuenta con datos necesarios, se utilizarán los siguientes valores propuestos.

**Tabla 20**

*Relación agua-cemento vs f'c.*

F'c a 28 días	Relación Agua/ Cemento en peso
---------------	--------------------------------

(Kgf/cm <sup>2</sup> )	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.42	-
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.60
150	0.79	0.70

*Nota.* La tabla muestra la relación agua cemento del concreto. Fuente: (Rivva, 2014).

#### ***Paso 5: Cálculo del contenido de cemento***

Para la determinación del contenido de cemento requerido por cada unidad de volumen de concreto se obtiene dividiendo el agua de mezclado obtenido en la estimación de aire y la relación de agua – cemento determinado en el paso anterior.

$$C = \frac{A}{a/c} \dots \dots \dots (11)$$

Dónde:

C = Contenido de Cemento, Kgf/m<sup>3</sup>

A = Agua de Mezcla, Kgf/m<sup>3</sup>

a/c = Relación agua cemento para f'c

#### ***Paso 6: Estimación del contenido de agregado grueso***

En la siguiente tabla se muestra los volúmenes de agregado grueso por cada unidad de volumen de concreto y depende directamente del tamaño máximo.

**Tabla 21**

*Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto. Parte A.*

Tamaño máximo nominal	Volumen de agregado grueso seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos Módulos de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70

2"	0.78	0.76	0.74	0.72
<b>Tamaño máximo nominal</b>	<b>Volumen de agregado grueso seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos Módulos de fineza del agregado fino</b>			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Nota.* La tabla muestra el volumen por unidad de concreto. Fuente: (CASTILLO, 2016).

#### ***Paso 7: Estimación del contenido de agregado fino***

La aplicación de este método es realizada cuando el diseñador de mezcla desea un cálculo teórico de manera precisa y exacta del peso del concreto fresco por cada metro cúbico de concreto.

Para realizar una primera estimación del peso unitario de concreto se realiza en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso, se utilizarán los valores de la siguiente tabla:

**Tabla 22**

*Primera estimación del concreto fresco.*

<b>Tamaño máximo nominal del agregado</b>		<b>Primer estimado del peso unitario de concreto, Kgf/m<sup>3</sup></b>	
		Concreto sin inclusión de aire	Concreto con aire incluido
9.5 mm	3/8"	2280	2200
12.5 mm	1/2"	2310	2230
19 mm	3/4"	2345	2275
25 mm	1"	2380	2290
37.5 mm	1 1/2"	2410	2350
50 mm	2"	2445	2345
75 mm	3"	2490	2405
150 mm	6"	2530	2435

*Nota.* La tabla muestra la estimación del concreto fresco con aire incorporado. Fuente: (CASTILLO, 2016).

#### ***Paso 8: Ajuste por contenido de humedad de los agregados***

Para el método A.C.I. se debe determinar un volumen necesario para el agregado grueso y fino, los cuales tienen un porcentaje de absorción y de contenido de humedad, estos parámetros afectarán a la composición global del contenido de agua en la mezcla.

### **AJUSTE DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO**

$$P.A.G.H = P.A.G.S \times (1 - W_g \%) \dots\dots\dots (14)$$

Donde:

P.A.G.H = Peso del Agregado Grueso Húmedo, Kg.

P.A.G.S = Peso del Agregado Grueso Seco, Kg.

W<sub>g</sub> % = Porcentaje de Humedad del agregado Grueso, Kg.

### **AJUSTE DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO**

$$P.A.F.H = P.A.F.S \times (1 - W_f \%) \dots\dots\dots (15)$$

Donde:

P.A.F = Peso del Agregado Fino, Kg.

P.A.G.S = Peso del Agregado Fino Seco, Kg.

W<sub>g</sub> % = Porcentaje de Humedad del agregado Fino, Kg.

### **ADICIÓN DE AGUA EN LA MEZCLA**

$$A.A = A.N - P.A.F.S \times (W_f\% - AF\%) - P.A.G.S \times (W_g\% - AF \%). (16)$$

De donde:

A.A = Agua a Añadir, Kg

A.N = Agua Neta o efectiva, Kg

P.A.G.S = Peso del Agregado Grueso Seco, Kg

P.A.F.S = Peso del Agregado Fino Seco, Kg

#### ***Paso 9: Contenido de Humedad***

(NTP 339.185, 2013) sostiene que:

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado. Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas. Según la norma NTP 339-185 (ASTM C-566), la humedad se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso Original de la muestra} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100 \dots (19)$$

## 6. Hipótesis de la investigación

### 6.1) Hipótesis

#### 6.1.1) Hipótesis general

**HG:** Se espera que el tipo de curado y la resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  influya de manera inversa y directa respectivamente en la retracción del concreto en la ciudad del cusco,2023.

#### 6.1.2) Hipótesis específica

**HE 1:** El tipo de curado que el concreto reciba influye de manera inversa en la retracción del concreto en la ciudad del cusco, 2023.

**HE 2:** La resistencia de diseño  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  afecta de manera directa en la retracción del concreto en la ciudad del cusco, 2023.

**HE 3:** El curado influye de manera inversa en la resistencia del concreto en la ciudad del Cusco, 2023.

### 6.2) Identificación de variables e indicadores

Para el presente trabajo de investigación se identificaron las siguientes variables dependientes e independientes:

#### 6.2.1) Variables independientes

- X1: El tipo de curado.
- X2: la resistencia de diseño  $210\text{ kg/cm}^2$  y  $280\text{ kg/cm}^2$ .

#### 6.2.2) Variables dependientes

- Y1: La retracción del concreto.

### 6.3) Operacionalización de variables

Tabla 23

Matriz de operacionalización de variables.

"ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL CURADO Y LA RESISTENCIA $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ Y $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ EN LA RETRACCIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023"						
MATRIZ DE OPERACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION	
VARIABLE INDEPENDIENTE						
X 1	<b>TIPO DE CURADO DEL CONCRETO</b>	El curado se define como la acción de mantener el concreto endurecido en estado húmedo para así mantenerlo bajo un rango de temperatura adecuada y de esa forma poder promover la hidratación del concreto Tejada & Córdoba, (2022).	Hidratación del concreto	Cantidad de agua que recibe el concreto	Lts	Fichas de observación
X 2	<b>RESISTENCIA DE DISEÑO DEL CONCRETO (<math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> y <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math>)</b>	La resistencia del concreto se define como la capacidad de soportar carga por unidad de área expresándose esfuerzo, y depende de la relación agua cemento que el concreto presente Elizondo, (2013).	Propiedad mecánica del concreto	$F'c$	$\text{Kg/cm}^2$	Fichas de observación
VARIABLE DEPENDIENTE						
Y1	<b>RETRACCION DEL CONCRETO</b>	La retracción del concreto es la disminución de volumen con el tiempo, debido a la ausencia de humedad y cambios físico químicos, los cuales ocurren sin la presencia de esfuerzos atribuibles a acciones externas del concreto ACI.209 (2008).	Propiedad mecánica del concreto	Milímetro	(mm)	Ficha de observación

Nota. Se presenta la elaboración la matriz de operacionalización de variables. Fuente: Elaboración Propia.

## **6.4) Alcance, limitación y viabilidad**

### **6.4.1) Alcance de la investigación.**

Para este trabajo de investigación se ha usado:

- El agregado de la cateria de Vicho y Cunyac.
- Agua (la red pública de la ciudad del cusco).
- Cemento Portland Yura tipo IP.

### **6.4.2) Limitaciones.**

la presente investigación se limitó a lo siguiente:

- Al uso del método ACI 211.1 para el diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.
- Al uso de la NTP 339.212 método de ensayo estándar para determinar la edad del agrietamiento y características del esfuerzo de tensión inducida del mortero y concreto bajo contracción moderada, para el ensayo de retracción restringida del concreto.

## **7. Metodología de la investigación**

### **7.1) Enfoque de la investigación**

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, este enfoque se efectúa cuando la información que se recibe es medible, contable y, por ende, siempre mostrará una respuesta numérica Hernández & Mendoza (2018). El estudio es cuantitativo, puesto que la información que se recolectó del trabajo de campo para analizar la influencia de la resistencia y curado en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, fue cuantitativa, se obtuvo información numérica y cuantificable.

### **7.2) Nivel o alcance de la investigación**

El estudio fue de nivel correlacional, Hernández & Mendoza (2018) indican que este nivel de investigación permite medir el grado de relación entre cada variable. Por tanto, este estudio es correlativo ya que permitió medir el grado de relación existente entre cada variable, es decir, la asociación que presenta la variable independiente (X1: Tipo de curado del concreto) y (X2: La resistencia de diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ) con respecto a la variable dependiente (Y1: Retracción del concreto), y así establecer la relación causa-efecto

### **7.3) Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada, este tipo de estudio plantea problemas concretos que requieren soluciones inmediatas, se enfoca en llevar a la práctica las teorías generales, y destina sus esfuerzos a resolver las necesidades que enfrenta la sociedad (Baena, 2017). Por tanto, este estudio es aplicado porque, se utilizó los conocimientos existentes de la ingeniería para analizar la influencia de la resistencia y curado en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, la misma que los resultados permitirán realizar recomendaciones para solucionar el problema encontrado.

### **7.4) Diseño de investigación**

El diseño de la investigación fue experimental, este estudio se utiliza cuando se manipulan deliberadamente al menos una variable independiente, con el fin de identificar el efecto de una o más variables dependientes, los grupos de análisis no se asignan de manera aleatoria, no se emparejan, los grupos ya se encuentran formados antes del experimento, son grupos intactos (Hernández & Mendoza, 2018). Este trabajo es de diseño experimental, porque tuvo como finalidad realizar el control y manipulación de la variable independiente (X1: Tipo de curado del concreto) y (X2: La resistencia de diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ) durante el

experimento, para generar los efectos que se producen en la variable dependiente (Y1: Retracción del concreto).

### 7.5) Población de estudio

El presente trabajo de investigación tiene como población los anillos de concreto (unidades experimentales) de acuerdo al ítem 10.3 de la norma técnica peruana NTP 339.212 (2016), Método de ensayo estándar para determinar la edad del agrietamiento y características del esfuerzo de tensión inducida del mortero y concreto bajo contracción moderada y las probetas cilíndricas concreto (unidades experimentales) de acuerdo a los ítems 5.1.6 y 5.6.33 de la norma E.060 Concreto Armado (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2019)

### 7.6) Muestra

La muestra en el presente trabajo de investigación es probabilística debido a que cualquier anillo de concreto y testigo tiene la misma posibilidad de ser elegido.

### 7.7) Tamaño de la muestra

#### 7.7.1) Para el ensayo de retracción restringida

El tamaño de la muestra se presenta de acuerdo a lo siguiente:

- Se utilizaron anillos de concreto con las dimensiones presentadas en la tabla 17, las cuales fueron trabajadas en base a la norma técnica peruana NTP 339.212 (2016), Método de ensayo estándar para determinar la edad del agrietamiento y características del esfuerzo de tensión inducida del mortero y concreto bajo contracción moderada.
- Se deberían ensayar al menos 3 especímenes por cada material y condición de ensayo de acuerdo al ítem 10.3 de la norma técnica peruana NTP 339.212.
- Para la presente tesis de investigación se prepararon 18 anillos de concreto en total las cuales se trabajaron de acuerdo al siguiente cuadro:

**Tabla 24**

*Numero de pruebas para el ensayo de retracción restringida.*

TIPO DE CURADO			
DISEÑO	NTP 339.225	SUMERGIDO TOTAL	TOTAL
210 kg/cm <sup>2</sup>	6	3	9
280 kg/cm <sup>2</sup>	6	3	9
<b>TOTAL</b>			<b>18</b>

*Nota.* Se muestran la cantidad de ensayos que se necesitan para el ensayo de retracción restringida. Fuente: Elaboración propia.

### 7.7.2) Para el ensayo de compresión de testigos de concreto

El tamaño de la muestra se presenta de acuerdo a lo siguiente:

- Se utilizaron probetas cilíndricas de 15x30 cm de acuerdo al ASTM C31 (2008), para la toma de muestras.
- Se considera como ensayo de resistencia el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas de 6” de diámetro por 12” de altura moldeadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días, de acuerdo al ítem 5.1.6 de la norma E.060 Concreto Armado, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019).
- La resistencia a la compresión de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria si el promedio aritmético de tres ensayos de resistencia es igual o superior a  $f'c$  acuerdo al ítem 5.6.33 de la norma E.060 Concreto Armado, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019).
- De acuerdo a lo mencionado anteriormente se deberían ensayar al menos 6 probetas cilíndricas de 15 x 30cm a los 28 días, sin embargo, para fines de la presente tesis se realizó la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, las cuales se detallan en el siguiente cuadro.

**Tabla 25**

*Numero de pruebas para el ensayo a compresión de testigos de concreto.*

DISEÑO	TIPO DE CURADO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	TOTAL
210 kg/cm <sup>2</sup>	NTP 339.225	3	3	6	12
	SUMERGIDO TOTAL	3	3	6	12
280 kg/cm <sup>2</sup>	NTP 339.226	3	3	6	12
	SUMERGIDO TOTAL	3	3	6	12
<b>TOTAL</b>					<b>48</b>

*Nota.* Se muestra la cantidad de ensayos que se necesitan para la prueba de resistencia a la compresión de briquetas. Fuente: Elaboración propia

### 7.8) Técnicas de recolección de información

Las técnicas usadas para el diseño de mezcla del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> para el ensayo de retracción restringida se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 26***Técnicas de recolección de información.*

<b>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	
<b>ENSAYO DE LABORATORIO PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	
<b>AGREGADO FINO Y GRUESO</b>	<b>CONCRETO</b>
1.- Extracción y preparación de las muestras	1.- Ensayo de retracción restringida del concreto
2.- Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado Cantidad de 75µm (Nº 200) por lavado en agregados	2.- Ensayo a la resistencia a compresión del concreto
3.- Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados	
4.- Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	
5.- Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino	
6.- Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso	
7.- Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles	
8.- Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	

*Nota.* Se muestra las técnicas usadas en esta investigación para la recolección de información.

Fuente: Elaboración propia.

Es relevante mencionar que el desarrollo de ensayos a fin de establecer cada propiedad física y mecánicas de los agregados se realizó en el área de “Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNSAAC”.

### **7.9) Instrumentos de técnicas de recolección de información**

Como instrumento de técnica de recolección de información de los resultados de los ensayos en laboratorio se utilizó el anexo de acuerdo a la siguiente tabla:

#### **7.9.1) para el ensayo al agregado fino y grueso**

**Tabla 27***Fichas de observación del ensayo a los agregados. Parte A.*

<b>FICHAS DE OBSERVACIÓN</b>	
<b>NOMBRE</b>	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>
Ficha de análisis granulométrico del agregado fino.	F.O.1
Ficha de análisis granulométrico corregido del agregado fino	F.O.2
	F.O.3
Ficha de análisis granulométrico del agregado grueso.	

**Tabla 27***Fichas de observación del ensayo a los agregados. Parte B.*

Ficha de análisis granulométrico corregido del agregado grueso	F.O.4
Ficha de ensayo de abrasión los ángeles.	F.O.5
Ficha de ensayo del contenido de humedad.	F.O.6
Ficha de ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso.	F.O.7
Ficha de ensayo del peso específico y absorción del agregado fino	F.O.8
Ficha de ensayo del peso unitario suelto del agregado fino.	F.O.9
Ficha de ensayo del peso unitario compactado del agregado fino	F.O.10
Ficha de ensayo del peso unitario suelto del agregado grueso.	F.O.11
Ficha de ensayo del peso unitario compactado del agregado grueso	F.O.12
Ficha de ensayo del material que pasa el tamiz N°200.	F.O.13

*Nota.* Se muestra las fichas de observación que se encuentran en el anexo de la presente tesis.

Fuente: Elaboración propia.

### 7.9.2) Para el ensayo de retracción restringida.

**Tabla 28***Fichas de observación del ensayo de retracción restringida.*

<b>FICHAS DE OBSERVACIÓN</b>	
<b>NOMBRE</b>	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>
Ficha de ensayo del ensayo de retracción restringida de las muestras 1,2 y 3 de resistencia 210kg/cm <sup>2</sup>	F.O.14
Ficha de ensayo del ensayo de retracción restringida de las muestras 4,5 y 6 de resistencia 210kg/cm <sup>2</sup>	F.O.15
Ficha de ensayo del ensayo de retracción restringida de las muestras 1,2 y 3 de resistencia 280kg/cm <sup>2</sup>	F.O.16
Ficha de ensayo del ensayo de retracción restringida de las muestras 4,5 y 6 de resistencia 280kg/cm <sup>2</sup>	F.O.17

*Nota.* Se muestra las fichas de observación que se encuentran en el anexo de la presente tesis.

Fuente: Elaboración propia.

### 7.9.3) Para el ensayo a compresión de testigos de concreto.

**Tabla 29***Fichas de observación del ensayo a compresión de testigos de concreto. Parte A.*

<b>FICHAS DE OBSERVACIÓN</b>	
<b>NOMBRE</b>	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>
Ficha de rotura de testigos de concreto a los 7 días después del vaciado.	F.O.18
	F.O.19
Ficha de rotura de testigos de concreto a los 14 días después del vaciado.	

**Tabla 29***Fichas de observación del ensayo a compresión de testigos de concreto. Parte B.*

Ficha de rotura de testigos de concreto a los 28 días después del vaciado.	F.O.20
--	--------

*Nota.* Se muestra las fichas de observación que se encuentran en el anexo de la presente tesis.

Fuente: Elaboración propia.

**7.9.) Para las lecturas de temperatura de curado.****Tabla 30***Fichas de observación de las lecturas de temperaturas de curado.*

<b>FICHAS DE OBSERVACIÓN</b>	
<b>NOMBRE</b>	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>
Ficha de lectura de temperatura del agua de curado.	F.O.21

*Nota.* Se muestran las fichas de observación que se encuentran en el anexo de la presente tesis.

Fuente: Elaboración propia.

**7.10) Técnicas de análisis e interpretación de la información**

Las técnicas para analizar e interpretar datos de esta investigación fueron de acuerdo al diseño de mezcla del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, así como el asentamiento del concreto, resistencia a la compresión y el ensayo de retracción restringida del concreto, finalmente con toda la información recolectada se procedió a la interpretación de los resultados.

**Tabla 31***Esquema de técnicas de análisis e interpretación de la información.*

<b>Técnicas de análisis e interpretación de la información</b>
Análisis de información recolectada
1.Diseño de mezcla del concreto (Método ACI 211.1)
2.Consistencia del concreto (Método ASTM C143)
3.Resistencia a la compresión del concreto (Método ASTM C39)
4.Retraction restringida del concreto (metodo NTP 339.212)
<b>Interpretación de resultados</b>

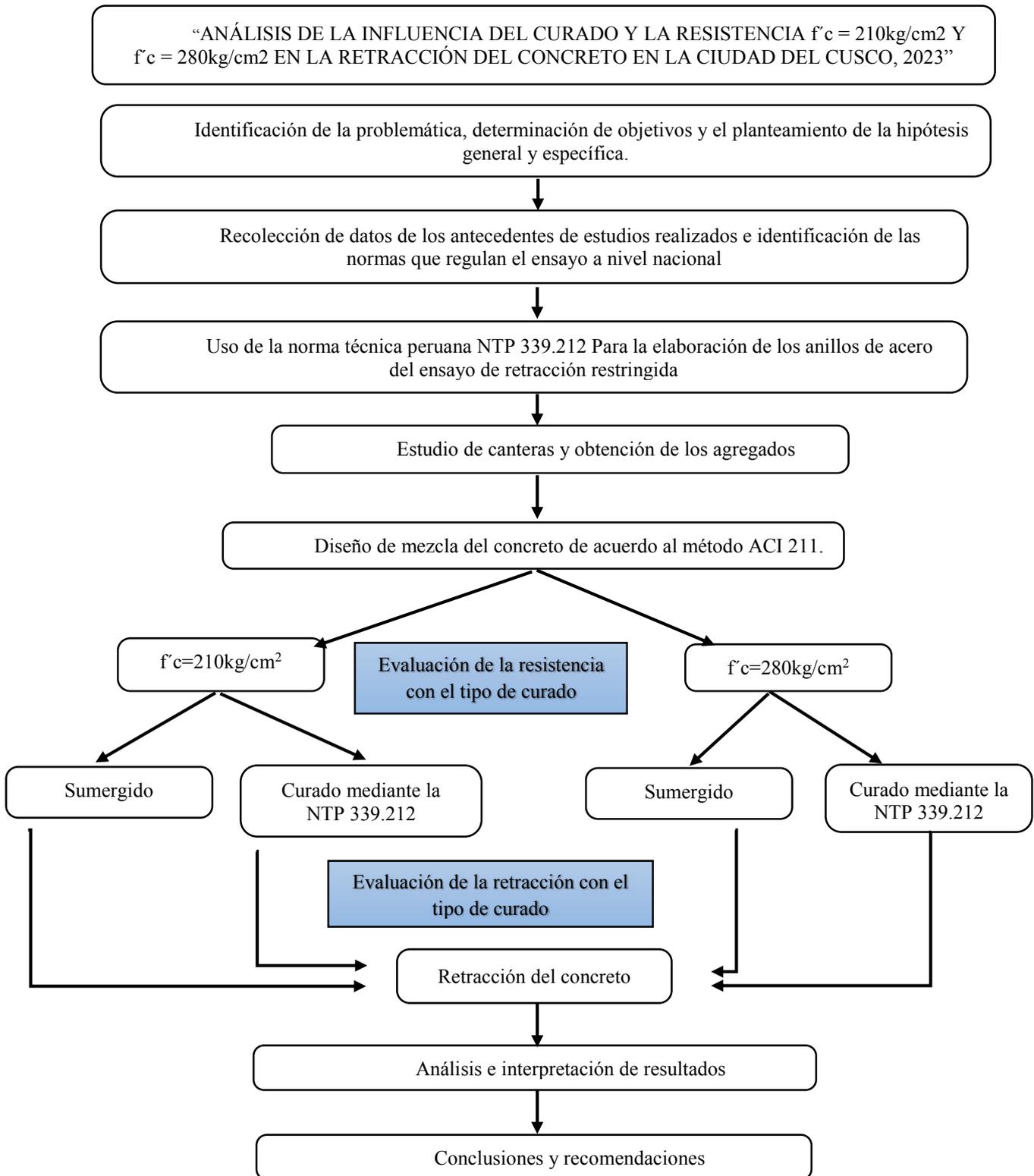
*Nota.* Se muestra el esquema de técnicas de análisis de interpretación de la información.

Fuente: Elaboración propia.

## 7.11) Diseño de ingeniería

**Figura 4**

*Procedimiento de Tesis de Investigación.*



*Nota.* La figura muestra el diagrama del procedimiento del trabajo de investigación. Fuente: Elaboración

## **8. Resultados de la investigación.**

### **8.1) Elección de canteras usadas para el diseño de mezcla**

#### **Cantera de Vicho**

La cantera de vicho se encuentra en la provincia de Paucartambo departamento del cusco, de donde se extrae el agregado grueso, las cual es uno de los mayores proveedores de agregado en la ciudad del cusco.

#### **Cantera de Cunyac**

La cantera de Cunyac se encuentra en el departamento de Apurímac en la carretera cusco Abancay, en donde dicho agregado se extrae de la rivera del rio Apurímac. Las propiedades físicas de este agregado son las óptimas para la elaboración del concreto y además que en la ciudad del cusco la mayoría de los proveedores trabajan con este material por las óptimas propiedades que este material presenta.

### **8.2) Ensayos al agregado fino y grueso**

#### **8.2.1) Muestreo para materiales de construcción**

El objetivo de este ensayo es realizar la recolección de datos de manera adecuada y así realizar los ensayos sin inconvenientes, los procedimientos a realizar de este ensayo fueron realizados de acuerdo con la NTP 400.010 (extracción y muestreo).

##### **9.2.1.1) Procedimiento.**

El material fue transportado en unas bolsas y baldes impermeables, estos materiales evitaron que el material transportado no sufra variaciones en humedad ni una contaminación externa.

#### **8.2.2) Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 mm (n° 200) por lavado.**

El objetivo de este ensayo fue Determinar la cantidad material soluble en agua que se encuentra en nuestro material y verificar si se encuentra dentro de lo permisible, el procedimiento para realizar este ensayo fue de acuerdo a la norma técnica peruana **NTP: 400.018** (Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado Cantidad de 75um (N° 200) por lavado en agregados).

##### **8.2.2.1) Procedimiento.**

- Se obtuvo una muestra de nuestro agregado fino realizando la técnica del cuarteo, según las especificaciones nuestra muestra como mínimo tuvo 500 gr.
- Se peso el material obtenido y así obtenemos el peso seco de la muestra original en gramos.

- El material se tuvo que lavar eliminando lo reteniendo por encima del tamiz N° 200, hasta que el agua del lavado sea transparente.
- La muestra restante se llevó al horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C por 24 horas
- Al final se tuvo que pesar la muestra seca al horno después del lavado.

**8.2.2.2) Registro fotográfico.**

**Figura 5**

*Ensayo para determinar la cantidad que material que pasa el tamiz N°200.*



*Nota.* Tomado por el investigador en el trabajo de campo. Fuente elaboración propia.

**8.2.2.3) Toma de datos.**

**Tabla 32**

*Cantidad de material que pasa el tamiz N°200. Parte A.*

<b><u>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO FINO</u></b>		
<b>MTC E 202</b>		
<b>DATOS DEL LAVADO DEL MATERIAL</b>		
<b>ANTES DEL LAVADO</b>		
Peso de la Muestra Seca (gr)	=	721.2
<b>DESPUÉS DEL LAVADO</b>		
Peso de la Muestra Seca (gr)	=	670.3

Peso del Residuo Filtrado Seco (gr) = 50.87

**Tabla 32**

*Cantidad de material que pasa el tamiz N°200. Parte B.*

<b>MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200</b>	
Material que pasa el tamiz N° 200 (gr)	50.87
<b>Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200</b>	<b>7.0535%</b>

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos en laboratorio. Fuente: Elaboración Propia.

**8.2.3) Peso unitario y vacíos de los agregados.**

El objetivo de este ensayo fue determinar el peso unitario compactado y suelto, así como como los porcentajes de vacíos del agregado fino y grueso, el procedimiento para realizar este ensayo, se hizo en base a la norma técnica peruana **NTP 400.017** (Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados).

**8.2.3.1) Procedimiento.**

- **Peso unitario suelto**

- Para el agregado grueso se tiene que usar el Proctor estándar y para el caso de agregado fino el Proctor modificado
- Se pesa el Proctor estándar y el modificado y así se obtiene los pesos de los Proctor estándar y modificado.
- Se toma las dimensiones del Proctor estándar y el modificado para realizar el cálculo del volumen.
- Se toma el material y se llena el Proctor estándar echando el material de manera suelta y sin compactar y modificado con el material, y con la varilla se retira los excedentes.
- Una vez nivelado el material se pesa el material más el Proctor.

- **Peso unitario compactado**

- Para el agregado grueso se usó el Proctor estándar y para el caso de agregado fino el Proctor modificado
- Se pesa el Proctor estándar y el modificado y así se obtiene los pesos de los Proctor estándar y modificado.

- Se toma el material y se llena el Proctor estándar y modificado en tres tiempos, cada una a un tercio del volumen total realizando 25 golpes con la varilla en cada tiempo y se al ras del Proctor.
- una vez nivelado el material se pesa el material más el Proctor.

### 8.2.3.2) Registro fotográfico.

**Figura 6**

*Dimensionamiento de los moldes para el cálculo del peso unitario.*



*Nota.* La imagen muestra las lecturas de los moldes del Proctor estándar y el modificado para el cálculo del peso unitario. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7**

*Ensayo del peso unitario suelto y compactado.*



*Nota.* La imagen muestra el pesaje de las lecturas del Proctor estándar y modificado para el cálculo del peso unitario. Fuente: Elaboración propia.

### 8.2.3.3) Toma de datos.

- **Para agregado fino peso unitario suelto**

**Tabla 33**

*Valores del peso unitario suelto del agregado fino.*

<b><u>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO</u></b>			
MTC E 203			
<b>DATOS</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>MUESTRA</b>
	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Peso del Molde (gr)	4229.35	4229.35	4229.35
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	5720.00	5790.00	5750.00
Peso de la Muestra Suelta (gr)	1490.65	1560.65	1520.65
Altura del Molde (cm)	10.17	10.17	10.17
Diámetro del Molde (cm)	11.68	11.68	11.68
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	1089.67	1089.67	1089.67
Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.368	1.432	1.396

*Nota.* La tabla muestra los resultados obtenidos del peso unitario suelto del agregado fino.

Fuente: Elaboración Propia.

**Promediando valores se tiene:**

Peso unitario suelto = 1377.16 kg/m<sup>3</sup>

- **Para agregado fino peso unitario compactado**

**Tabla 34**

*Valores del peso unitario compactado del agregado fino. Parte A.*

<b><u>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO</u></b>			
MTC E 203			
<b>DATOS</b>	<b>MUESTRA 01</b>	<b>MUESTRA 02</b>	<b>MUESTRA 03</b>
Peso del Molde (gr)	4229.35	4229.35	4229.35
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	5860.00	5889.00	5890.00
Peso de la Muestra Suelta (gr)	1630.65	1659.65	1660.65

Altura del Molde (cm)	10.17	10.17	10.17
Diámetro del Molde (cm)	11.68	11.68	11.68
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	1089.67	1089.67	1089.67

**Tabla 34**

Valores del peso unitario compactado del agregado fino. **Parte B.**

Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.496	1.523	1.524
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1496.46	1523.07	1523.99

*Nota.* La tabla muestra los resultados obtenidos del peso unitario compactado del agregado fino. Fuente: Elaboración Propia.

**Promediando valores se tiene:**

**Peso unitario compactado = 1509.76 kg/m<sup>3</sup>**

- **Para agregado grueso peso unitario suelto**

**Tabla 35**

Valores del peso unitario suelto del agregado grueso.

<b><u>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO</u></b>			
MTC E 203			
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>	<b>MUESTR</b>	<b>MUESTR</b>	<b>MUESTR</b>
	<b>A 01</b>	<b>A 02</b>	<b>A 03</b>
Peso del Molde (gr)	6500.00	6500.00	6500.00
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	9700.00	9700.00	9600.00
Peso de la Muestra Suelta (gr)	3200.00	3200.00	3100.00
Altura del Molde (cm)	11.68	11.68	11.68
Diámetro del Molde (cm)	15.28	15.28	15.28
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2141.80	2141.80	2141.80
Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.494	1.494	1.447
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1494.07	1494.07	1447.38

*Nota.* La tabla muestra los resultados obtenidos del peso unitario suelto del agregado grueso. Fuente: Elaboración Propia.

**Promediando valores se tiene:**

**Peso unitario suelto = 1476.95 kg/m<sup>3</sup>**

- **Para agregado grueso peso unitario compactado**

**Tabla 36**

*Valores del peso unitario compactado del agregado grueso.*

<b><u>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</u></b>			
MTC E 203			
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>MUESTRA</b>
	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Número de Capas	3	3	3
Número de Golpes	25	25	25
Peso del Molde (gr)	6500.00	6500.00	6500.00
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	9850.00	9890.00	9870.00
Altura del Molde (cm)	11.68	11.68	11.68
Diámetro del Molde (cm)	15.28	15.28	15.28
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2141.80	2141.80	2141.80
Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.564	1.583	1.573
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1564.10	1582.78	1573.44

*Nota.* La tabla muestra los resultados obtenidos del peso unitario compactado del agregado grueso. Fuente: Elaboración Propia.

**Promediando valores se tiene:**

**Peso unitario compactado = 1578.11 kg/m<sup>3</sup>**

#### **8.2.4) Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.**

El objetivo de este ensayo es determinar la distribución por tamaño de partículas del agregado fino y grueso mediante el tamizado con diferentes tamaños de mallas normalizadas, así como también determinar el módulo de fineza y la curva granulométrica del agregado fino y grueso; datos que nos serán necesarios en el diseño de mezcla. Los procedimientos para realizar en este ensayo serán de acuerdo con la norma técnica peruana NTP 400.012 (Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global).

### 8.2.4.1) Para el agregado fino

#### 8.2.4.1.1) Procedimiento.

- Se selecciona la muestra, esta debe ser un material que pase completamente por la malla 3/8" (70% Vicho y 30% arena fina de Cunyac) luego se seca el material seleccionado a una temperatura constante de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Se pesa el agregado fino seleccionado, este no deberá tener un peso menor a 300g.
- Se selecciona los tamices de tamaños: 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200 y cazuela. Ordenando los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura, y colocar la muestra previamente pesada sobre el tamiz superior previniendo la sobrecarga de material sobre cada tamiz individual.
- Tapando herméticamente se efectúa el tamizado manual durante un tiempo adecuado para que así se distinga el tamaño de agregado en cada una de los tamices.
- Una vez concluido el tamizado se abre la tapa para luego observar que no haya ningún grano de agregado en el tamiz 3/8"
- Se determina los pesos retenidos en cada tamiz, con una balanza que cumpla lo exigido con aproximación mínima a 0,5 g y exactitud a 0,1% del peso de la muestra a ser ensayada.

#### 8.2.4.1.2) Registro fotográfico

### Figura 8

*Ensayo de granulometría del agregado fino y grueso.*



*Nota.* La imagen muestra el ensayo de granulometría de los agregados finos y gruesos.

Fuente: Elaboración propia.

#### **8.2.4.1.3) Toma de datos**

Se tuvo que realizar el tamizado del agregado fino la cual es todo el agregado que pasa el tamiz 3/8" con lo que realizo el análisis.

El parámetro de lo retenido en cada tamiz nos lo proporciona la NTP 400.012.

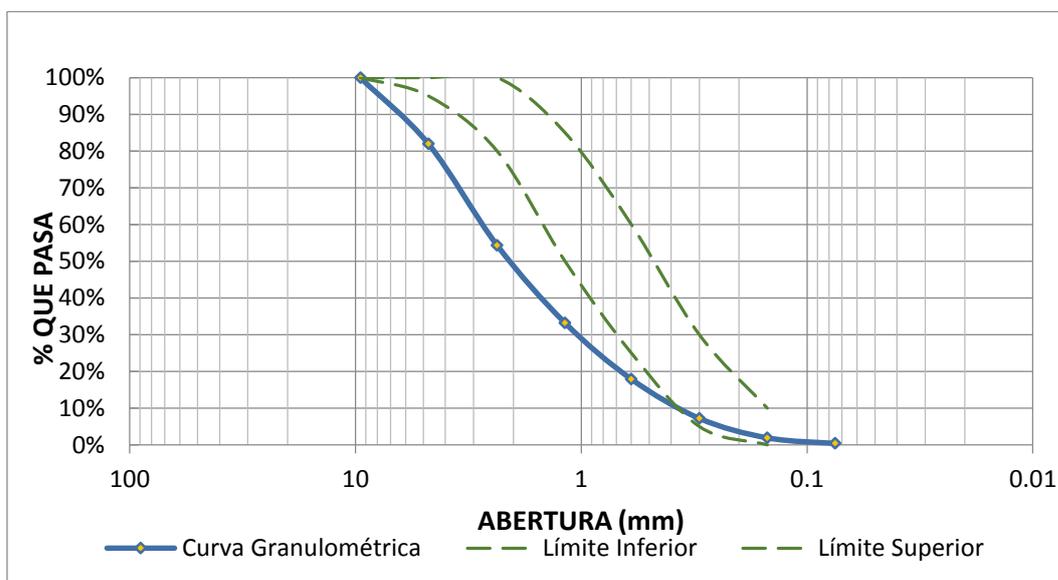
**Tabla 37***Análisis granulométrico del agregado fino.*

<b><u>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</u></b>							
MTC E 204							
TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO	
						LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8"	9.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
N° 4	4.75	412.24	17.99%	17.99%	82.01%	95%	100%
N° 8	2.36	632.67	27.60%	45.59%	54.41%	80%	100%
N° 16	1.18	484.79	21.15%	66.74%	33.26%	50%	85%
N° 30	0.600	351.15	15.32%	82.06%	17.94%	25%	60%
N° 50	0.300	244.67	10.68%	92.74%	7.26%	5%	30%
N° 100	0.150	121.65	5.31%	98.05%	1.95%	0%	10%
N° 200	0.075	34.67	1.51%	99.56%	0.44%		
Bandeja		7.15	0.31%	99.87%			
		<b>2288.99</b>	<b>99.87%</b>				

*Nota.* Se presenta los valores para el análisis granulométrico del agregado fino. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9**

Curva granulométrica del agregado fino.



Nota. La imagen muestra los parámetros de la curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó el cálculo del módulo de fineza de nuestro agregado fino, la cual es la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices N° 3/8", " , N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100

**Módulo de fineza = 4.03**

Cómo se puede observar la curva granulométrica no se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma técnica, la cual se tuvo que realizar la corrección, ya que el módulo de fineza es muy alto necesitamos que nuestro agregado tenga más finos por lo que para regular esto se realiza complementar al agregado fino con un porcentaje de arena fina de la cantera de Cunyac.

Realizando pruebas de tamizado encontró que con un 30% de arena fina al agregado fino podemos bajar el módulo de fineza dentro de los parámetros establecidos por la norma técnica peruana, además de ello ajustamos la curva granulométrica que se encuentran también dentro de nuestros parámetros establecidos por la norma técnica peruana.

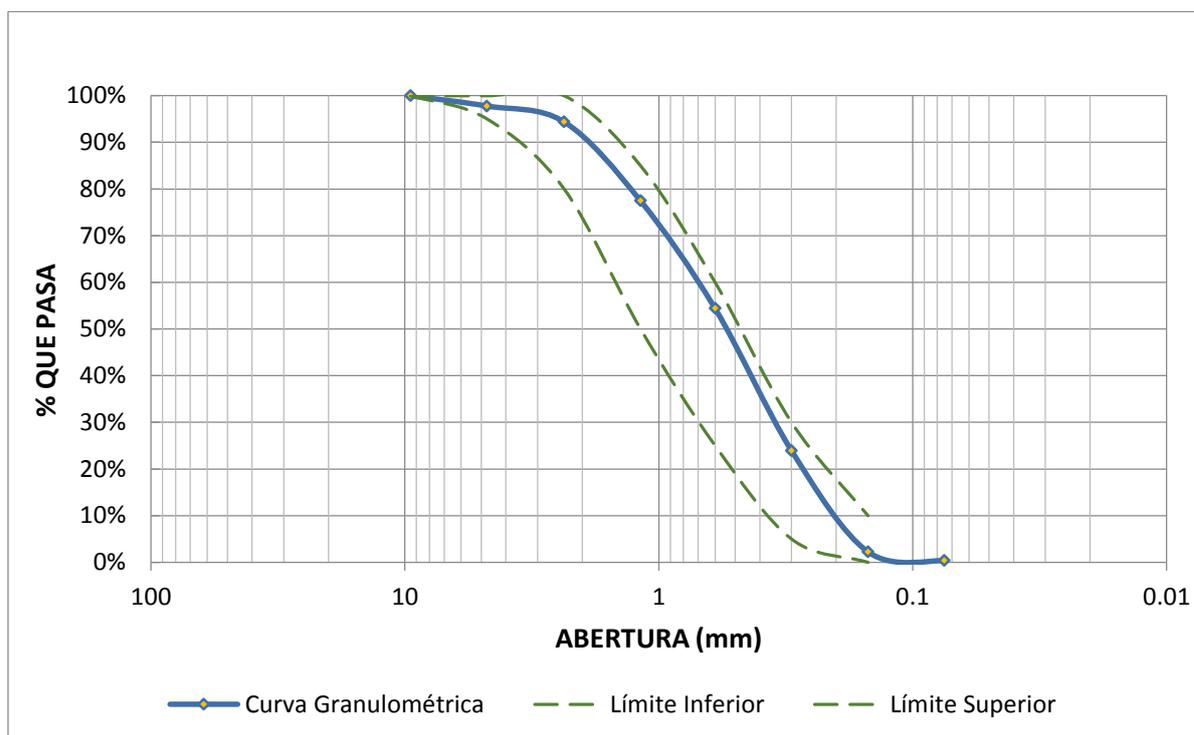
**Tabla 38***Análisis granulométrico corregido del agregado fino.*

<b><u>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</u></b>								
MTC E 204								
<b>TAMIZ N°</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>	<b>HUSO LÍMITE INFERIOR</b>	<b>LÍMITE SUPERIOR</b>	
3/8"	9.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%	
N° 4	4.75	22.48	2.20%	2.20%	97.80%	95%	100%	
N° 8	2.36	34.59	3.39%	5.59%	94.41%	80%	100%	
N° 16	1.18	172.45	16.90%	22.49%	77.51%	50%	85%	
N° 30	0.600	235.44	23.07%	45.57%	54.43%	25%	60%	
N° 50	0.300	310.81	30.46%	76.03%	23.97%	5%	30%	
N° 100	0.150	221.33	21.69%	97.72%	2.28%	0%	10%	
N° 200	0.075	19.44	1.91%	99.62%	0.38%			
Bandeja		2.36	0.23%	99.85%				
		<b>1018.90</b>	<b>99.85%</b>					

*Nota.* Se presenta los valores para el análisis granulométrico corregido del agregado fino. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10**

*Curva granulométrica corregida del agregado fino.*



*Nota.* La imagen muestra los parámetros de la curva granulométrica corregida del agregado fino. Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó el cálculo del módulo de fineza de nuestro agregado fino, la cual es la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices N° 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100.

**Módulo de fineza = 2.50**

#### **8.2.4.2) Para el agregado grueso.**

##### **8.2.4.2.1) Procedimiento**

De igual forma que el análisis granulométrico del agregado fino, es necesario la obtención de la granulometría del agregado grueso componente de la mezcla a diseñar.

- Se selecciona la muestra, esta debe ser un material que se retenga completamente por la malla 3/8" (agregado grueso - Vicho) luego secamos el material seleccionado a una temperatura constante de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Se toma una muestra representativa de acuerdo con la tabla 1 de la norma NTP 400.010, medidas de las muestras.

- Se pesa el agregado grueso seleccionado, este no deberá tener un peso menor a 300g.
- Se toma los tamices de tamaños: 3/4", 1/2", 3/8", N° 4 y cazuela. Ordenando los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura, y colocar la muestra previamente pesada sobre el tamiz superior previniendo la sobrecarga de material sobre cada tamiz individual.
- Tapando herméticamente se efectúa el tamizado manual durante un tiempo adecuado para que así se distinga el tamaño de agregado en cada una de los tamices.
- Una vez concluido el tamizado se abre la tapa para luego observar que no haya ningún grano de agregado en el tamiz 3/4"
- Se determina los pesos retenidos en cada tamiz, con una balanza que cumpla lo exigido con aproximación mínima a 0,5 g y exactitud a 0,1% del peso de la muestra a ser ensayada.
- Se debe tener en cuenta la Norma técnica peruana NTP 400.037, para seleccionar el HUSO de acuerdo con el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se vaya a usar.

#### **8.2.4.2.2) Toma de datos**

Se realizó el tamizado del agregado grueso la cual es todo el agregado retenido en el tamiz 3/8" con lo que realizamos el análisis granulométrico.

El parámetro de lo retenido en cada tamiz fue proporcionado por la NTP 400.012.

Según la norma técnica peruana NTP. 339.212 indica que el tamaño máximo nominal del agregado será menor a los 13mm. O 1/2". Por tanto, se utilizó el uso N°7 de la NTP 400.037 Para el análisis granulométrico.

Se realizó el análisis granulométrico con en material normal entonces tenemos:

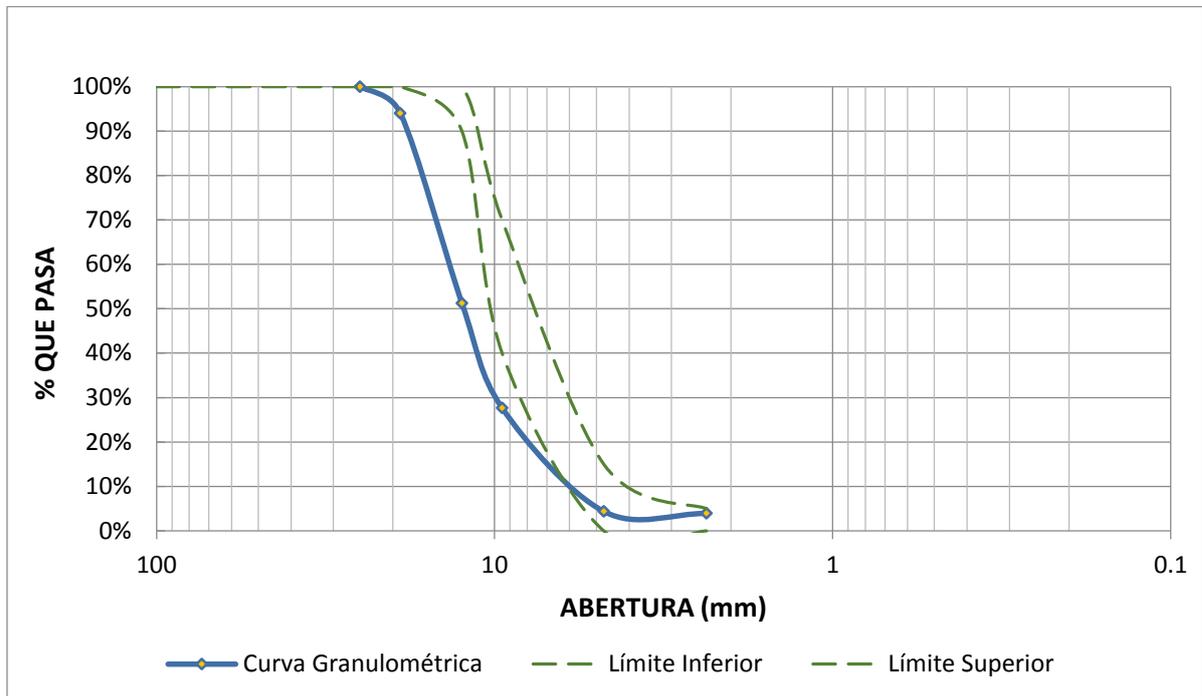
**Tabla 39***Análisis granulométrico del agregado grueso.*

<b><u>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</u></b>							
<b>MTC E 204</b>							
<b>TAMIZ N°</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>	<b>HUSO: 7 LÍMITE INFERIOR</b>	<b>LÍMITE SUPERIOR</b>
1"	25	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3/4"	19	143.92	6.03%	6.03%	93.97%	100%	100%
1/2"	12.5	1019.81	42.71%	48.73%	51.27%	90%	100%
3/8"	9.5	563.62	23.60%	72.34%	27.66%	40%	70%
N° 4	4.75	556.09	23.29%	95.62%	4.38%	0%	15%
N° 8	2.36	10.55	0.44%	96.06%	3.94%	0%	5%
Bandeja		0.18	0.01%	96.09%			
		2294.52	96.09%				

*Nota.* Se presenta los valores para el análisis granulométrico del agregado grueso. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 11**

*Curva granulométrica del agregado grueso.*



*Nota.* La imagen muestra los parámetros de la curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó el cálculo del módulo de fineza del agregado grueso, la cual es la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices de 1", ¾", ½", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100

**Módulo de fineza = 6.55**

Cómo se puede observar la curva granulométrica no se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma técnica, la cual se realizó la corrección, tamizando el material, ya que encontramos mucho material grueso dentro de nuestro agregado grueso para así poder encontrarnos dentro de la curva granulométrica.

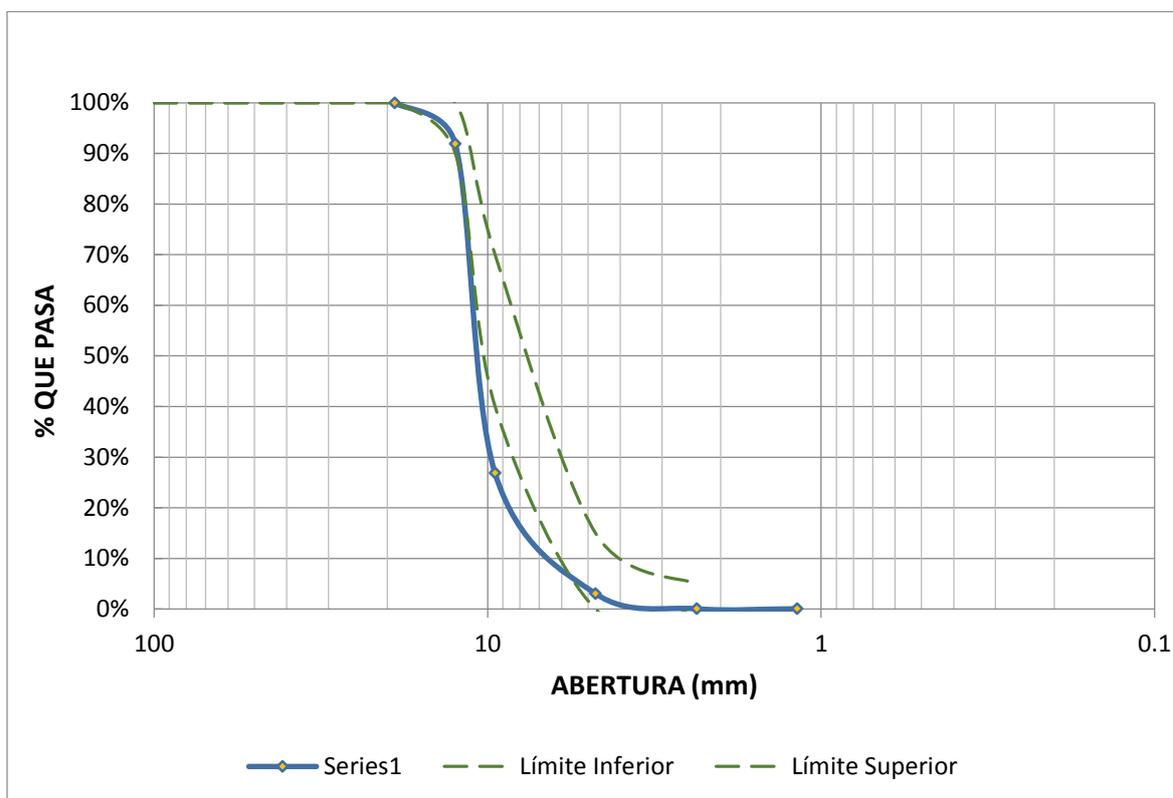
**Tabla 40***Análisis granulométrico corregido del agregado grueso.*

<b><u>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</u></b>							
MTC E 204							
<b>TAMIZ N°</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>	<b>HUSO: 7 LÍMITE INFERIOR</b>	<b>LÍMITE SUPERIOR</b>
3/4"	19	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1/2"	12.5	158.36	8.11%	8.11%	91.89%	90%	100%
3/8"	9.5	1269.61	65.00%	73.11%	26.89%	40%	70%
N° 4	4.75	465.36	23.82%	96.93%	3.07%	0%	15%
N° 8	2.36	59.06	3.02%	99.96%	0.04%	0%	5%
N° 16	1.18	0.00	0.00%	99.96%	0.04%		
Bandeja		0.00	0.00%	99.96%			
		1952.39	99.96%				

*Nota.* Se presenta los valores para el análisis granulométrico corregido del agregado grueso. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 12**

*Curva granulométrica corregida del agregado grueso.*



- El uso del molde cónico se dará de acuerdo al manual de ensayo de materiales donde nos indica que para obtener el material superficialmente seco se tiene que realizar 3 capas de 25 golpes hasta que al retirar el molde cónico las partículas finas no se adhieran unas con otras.
- Se pesa el material superficialmente seco, luego introducimos al picnómetro y agitamos hasta retirara todas las burbujas de aire.
- Se usa la bomba de aire para retirar todas las partículas de aire agitando suavemente el picnómetro con el material.
- Se completa el agua al picnómetro y pesamos.
- Se saca el agregado del picnómetro y llevamos al horno para poder tener el peso seco al horno de la muestra.

### 8.2.5.2) Registro fotográfico.

**Figura 13**

*Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.*



*Nota.* La imagen muestra el procedimiento del ensayo de peso específico y absorción.

Fuente: Elaboración propia

### 8.2.5.3) Toma de datos.

**Tabla 41**

*Peso Específico de Agregado Fino. Parte A.*

DATOS DE PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO	
Peso del agregado fino.	108.34 g
Peso del matraz con contenido de agua.	675.88 g

**Tabla 41**  
*Peso Específico de Agregado Fino. Parte B.*

Peso del matraz más agua más el agregado fino	<b>744.58 g</b>
<b>Peso Específico</b>	<b>2.73 g/cm<sup>3</sup></b>

*Nota.* La tabla muestra los resultados del cálculo de peso específico del agregado fino.

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 42**  
*Absorción de Agregado Fino*

<b>DATOS DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO</b>			
	<b>MUESTRA.01</b>	<b>MUESTRA.02</b>	<b>MUESTRA.03</b>
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	133.92 g	120.44 g	128.75 g
Peso de la muestra seca al horno	130.22 g	117.09 g	125.04 g
% De absorción	2.84 %	2.86 %	2.97 %
<b>Porcentaje de absorción promedio</b>	<b>2.89 %</b>		

*Nota.* La tabla muestra los cálculos del porcentaje de absorción del agregado fino. Fuente: Elaboración Propia.

### **8.2.6) Peso específico y absorción de agregados gruesos.**

El objetivo de este ensayo es determinar la masa por unidad de volumen y el porcentaje de absorción del agregado grueso, para así poder tener mayor manejabilidad del agregado tanto en kg como en m<sup>3</sup>, la norma que rige este ensayo es la norma NTP 400.021 (Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso). Indica también los materiales a ser utilizados durante el ensayo.

#### **8.2.6.1) Procedimiento**

- Se tiene que sumergir el agregado grueso en agua durante 24 horas.
- Luego de ser sumergido se realiza el secado superficialmente seco, con una tela seca hasta que la coloración de nuestro agregado tenga una tonalidad opaca.
- Se pesa el material a ensayar para poder obtener el peso saturado superficialmente seco.
- Se coloca el agregado en una sesta para luego ser sumergida en agua y así obtener el peso de la muestra sumergida.

- Se tiene que llevar la muestra al horno para así poder obtener el peso seco al horno.
- Finalmente se realiza los cálculos correspondientes.

### 8.2.6.2) Registro fotográfico

**Figura 14**

*Ensayo de peso específico y absorción.*



*Nota.* La imagen muestra los trabajos realizados en laboratorio de peso específico y absorción. Fuente: Elaboración propia.

### 8.2.6.3) Toma de datos

**Tabla 43**

*Peso específico y absorción del agregado fino. Parte A.*

<b><u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</u></b>			
MTC E 206			
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>	<b>MUESTRA 01</b>	<b>MUESTRA 02</b>	<b>MUESTRA 03</b>
Peso de la Muestra Seca (gr)	2792.05	2546.32	2856.35
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	2847.88	2599.52	2866.55
Peso en el agua de la muestra saturada (gr)	1754.10	1593.52	1806.55
Peso Específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.55	2.53	2.69

**Tabla 43***Peso específico y absorción del agregado fino. Parte B.*

Peso Específico de masa saturada con superficie seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.60	2.58	2.70
Absorción	1.96%	2.05%	0.36%
Peso Específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.692	2.674	2.723

*Nota.* La tabla muestra los cálculos del peso específico y absorción del agregado grueso.

Fuente: Elaboración Propia.

**Promediando valores se tiene**

**Peso específico = 2.6963 gr/cm<sup>3</sup>**

**Porcentaje de absorción = 1.45%**

### **8.2.7) Ensayo de abrasión los ángeles al desgaste de los agregados de tamaños**

#### **menores de (1 ½")**

El objetivo de este ensayo es determinar y Analizar el porcentaje de desgaste del agregado grueso y también Verificar que el parámetro de desgaste este dentro de los parámetros establecidos, la norma técnica peruana usada en este ensayo fue NTP 400.019 (Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles).

#### **8.2.7.1) Procedimiento**

- Se determina la gradación del material de acuerdo a la tabla que nos muestra el manual de ensayo de materiales.

**Tabla 44***Gradación de las muestras de ensayo. Parte A.*

Media del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, (gr)			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25			
1"	3/4"	1251 ± 25			
3/4"	1/2"	1252 ± 10	<b>2500 ± 10</b>		
1/2"	3/8"	1253 ± 10	<b>2501 ± 10</b>		

**Tabla 44**  
*Gradación de las muestras de ensayo. Parte B.*

3/8"	1/4"	2500 ± 10		
1/4"	N° 4	2501 ± 10		
N° 4	N° 8	5000		
<b>TOTAL</b>		<b>5000 ± 10</b>	<b>5000 ± 10</b>	<b>5000 ± 10</b>

*Nota.* La tabla muestra la gradación de los agregados para el ensayo de abrasión del agregado grueso. Fuente (NTP 400.019, 2002)

Una vez obtenida la gradación y el tipo de agregado al cual se tiene que trabajar se tiene que determinar el número de esferas para el tipo de gradación la cual vamos a obtener de acuerdo a la tabla obtenida en el manual de ensayo de materiales.

**Tabla 45**  
*Numero de esferas según la gradación.*

<b>Gradación</b>	<b>Numero de esferas</b>	<b>Masa de la carga (gr)</b>
A	12	5000 ± 25
<b>B</b>	<b>11</b>	<b>4584 ± 25</b>
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

*Nota.* La tabla muestra el número de esferas que se opondrá al equipo según la gradación. Fuente (NTP 400.019, 2002)

- Por tanto, según a las tablas obtenidas del manual de ensayo de materiales realizaremos el ensayo de abrasión de los Ángeles con una gradación del tipo B y con 11 esferas, obteniendo 2500 gr para cada tipo de material.
- Se lleva a la máquina de los Ángeles el agregado y se tiene que hacer revolucionar la maquina según a las características del manual de ensayos de materiales.
- Una vez pasado las revoluciones indicadas, se saca el material para luego realizar el tamizado correspondiente con el tamiz N°12.
- Se tamiza y pesa el material el material que pasa el tamiz N° 12.
- Finalmente se realiza los cálculos correspondientes.

### 8.2.7.2) Registro fotográfico

**Figura 15**

*Ensayo de abrasión los Ángeles.*



*Nota.* La imagen muestra el procedimiento del ensayo de abrasión de los ángeles. Fuente:

Elaboración propia

### 8.2.7.3) toma de datos

Para determinar el desgaste del material expresamos el pasante de la malla N°12 como un porcentaje del total.

Por tanto, los resultados del ensayo se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 46**

*Abrasión los Ángeles.*

<b><u>ABRASIÓN LOS ÁNGELES</u></b>		
MTC E 207		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MUESTRA 01</b>	<b>MUESTRA 02</b>
Peso de la muestra de 3/4" (gr)	2500.00	2500.00
Peso de la muestra de 1/2" (gr)	2500.00	2500.00
Gradación	B	B
Peso del material retenido en el tamiz N°12	4008.96	3985.19
Peso del material que pasa el tamiz N°12	991.04	1014.81
Peso del material seco al horno	3970.27	3975.26
<b>PORCENTAJE DE ABRASIÓN</b>	<b>19.82%</b>	<b>20.30%</b>

*Nota.* Se presenta los datos de los resultados del ensayo de abrasión los ángeles. Fuente:

Elaboración Propia.

**Promediando valores se tiene:**

**Porcentaje de abrasión = 20.06%**

**8.2.8) Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado.**

El objetivo del presente ensayo es determinar el contenido de humedad tanto de agregado fino como del agregado grueso, y de esa manera poder determinar la humedad superficial y la contenida en los poros, la norma que rige este ensayo es la norma NTP 339.185 (Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado). Se tiene que enfatizar que la importancia del contenido de humedad está en que se utiliza para realizar las correcciones de la relación agua - cemento en el diseño de mezcla.

**8.2.8.1) Procedimiento.**

- Se selecciona la muestra y 6 cápsulas para contener al material en cantidad son 3 cápsulas para el agregado fino y 3 cápsulas para el agregado grueso. Las muestras deben estar seco a la intemperie.
- Se tiene que pesar Las cápsulas con contenido de muestra (agregado fino y grueso) y obtenemos el peso del material seco a la intemperie en cada caso.
- Final mente se introduce dichas capsulas en el horno una temperatura de 110°C durante 24 horas, después de pasado ese tiempo se vuelve a pesar en la balanza lo cual representara el peso seco al horno.

**8.2.8.2) Toma de datos.**

**8.2.8.2.1) Para el agregado grueso**

**Tabla 47**

*Contenido de humedad del agregado grueso. Parte A.*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>			
MTC E 215			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MUESTRA 01</b>	<b>MUESTRA 02</b>	<b>MUESTRA 03</b>
Peso de Capsula (gr)	59.18	58.17	59.53
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	213.96	191.25	210.01

Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	213.08	190.47	209.05
Peso del Agua (gr)	0.88	0.78	0.96

**Tabla 47**

*Contenido de humedad del agregado grueso. Parte B.*

Peso de la Muestra Seca (gr)	153.90	132.30	149.52
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>0.57%</b>	<b>0.59%</b>	<b>0.64%</b>

*Nota.* La tabla muestra los resultados del contenido de humedad del agregado grueso.

Fuente: Elaboración Propia.

**Promediando valores tenemos:**

**Contenido de humedad = 0.6%**

**8.2.8.2.2) para el agregado fino**

**Tabla 48**

*Contenido de humedad del agregado fino.*

<b><u>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</u></b>			
MTC E 215			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MUESTRA 01</b>	<b>MUESTRA 02</b>	<b>MUESTRA 03</b>
Peso de Capsula (gr)	54.55	57.96	56.15
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	179.74	187.48	191.64
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	178.07	185.74	189.77
Peso del Agua (gr)	1.67	1.74	1.87
Peso de la Muestra Seca (gr)	123.52	127.78	133.62
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>1.35%</b>	<b>1.36%</b>	<b>1.40%</b>

*Nota.* La tabla muestra los resultados del contenido de humedad del agregado fino.

Fuente: Elaboración Propia.

**Promediando valores se tiene:**

**Contenido de humedad = 1.37%**

### **8.3) Diseño de mezcla del concreto**

Este diseño de mezcla del concreto se basó en el “MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI” de donde se describe la siguiente secuencia:

### 8.3.1) Determinación de la resistencia a la compresión promedio

Para realizar este ensayo se usó dos tipos de resistencia del concreto:

- **210kg/cm<sup>2</sup>.**
- **280kg/cm<sup>2</sup>.**

Entonces según la norma NTE E- 060 y como no se cuenta con datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra, se usó la siguiente tabla para determinar la resistencia de diseño:

**Tabla 49**

*Valores del  $f'c$  requeridas para el diseño de mezcla.*

<b>Resistencia especificada a la compresión kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Resistencia promedio requerida a la compresión kg/cm<sup>2</sup></b>
$f'c$ kg/cm <sup>2</sup>	$f'cr$ kg/cm <sup>2</sup>
Menores a 210	$f'cr = f'c + 70$
<b>Entre 210 y 350</b>	<b><math>f'cr = f'c + 84</math></b>
Mayores a 350	$f'cr = f'c + 98$

*Nota.* Se muestra los parámetros del establecidos para la resistencia de diseño. Fuente: (NTE E 060,2009).

Por tanto, para el trabajo del diseño de mezcla se trabajó con las siguientes resistencias.

**Tabla 50**

*Valores del  $f'c$  requeridas para el diseño de mezcla.*

<b>Resistencia especificada a la compresión kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Resistencia promedio requerida a la compresión kg/cm<sup>2</sup></b>
$f'c$ kg/cm <sup>2</sup>	$f'cr$ kg/cm <sup>2</sup>
210	$f'cr = 210 + 84 = \mathbf{294}$
280	$f'cr = 280 + 84 = \mathbf{364}$

*Nota.* Se muestra las resistencias de diseño con las cuales se van a trabajar. Fuente: (NTE E 060,2009).

### 8.3.2) Determinación del tamaño máximo nominal

Para determinar el tamaño máximo nominal del agregado, la norma NTP 339.212 indica que el tamaño máximo nominal para el ensayo de retracción restringida es de 13mm o ½”.

Además de ello la norma técnica NTE E 060 indica tres parámetros para determinar el tamaño máximo nominal que no exceda estos tres factores.

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- 3/4. del espaciamiento libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo.

Lo cual en este caso sería la más óptima el tamaño máximo nominal de ½”.

Entonces de acuerdo con este criterio tomado, se obtuvo el huso granulométrico del agregado grueso en donde indica los parámetros para la curva granulométrica.

Entonces según a la tabla de la NTP 400.037 seleccionaremos el huso granulométrico de nuestro agregado la cual es el HUSO 7.

### 8.3.3) Determinación del asentamiento del concreto en estado fresco.

**Tabla 51**

*Asentamiento para diferentes tipos de edificaciones.*

TIPO DE EDIFICACIÓN	ASENTAMIENTO	
	MÍNIMO	MÁXIMO
Zapatas y muros de cimentación armados	1"	3"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	1"	3"
Vigas y muros armados	1"	4"
Columnas de edificios	1"	4"
Losas y pavimentos	1"	3"
Concretos ciclópeos	1"	2"

*Nota.* Se muestra los parámetros de asentamiento del concreto. Fuente: (Rivva, 2014).

**Tabla 52**

*Tipos de consistencia.*

TIPOS DE CONSISTENCIA			
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0 - 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida o húmeda	5" a mas	Muy trabajable	Chuseado

*Nota.* Semuestra los paraetros de consistencia del concreto. Fuente: (Rivva, 2014).

Por tanto, según la tabla anterior se usó un **asentamiento de 4"**, por la importancia de los elementos columnas y vigas en las edificaciones.

#### 8.3.4) *Determinación del volumen unitario del agua*

Para la determinar del volumen unitario del agua se usó como base lo calculado anterior mente, es decir se entra en la tabla con el tamaño máximo nominal ½" y un asentamiento de 4".

En la tabla mostrada a continuación se muestra los valores del volumen unitario para el diseño de mezcla.

**Tabla 53**

*Volumen unitario del agua.*

<b>VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA</b>								
<b>ASENTAMIENTO</b>	<b>AGUA EN L/M3 PARA LOS TAMAÑOS MÁXIMOS NOMINALES DE AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADOS</b>							
	<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>4"</b>
<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>3" a 4"</b>	228	<b>216</b>	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
<b>CONCRETO CON AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

*Nota.* Se muestra los parametros del volumen de agua. Fuente: (Rivva, 2014)

Por tanto, según a la tabla proporcionada por el ACI 211 se tiene que el volumen de agua para el diseño será de **216 l/m<sup>3</sup>**

#### 8.3.5) *Determinación del contenido de aire atrapado*

Para determinar el aire atrapado se usó la siguiente tabla, en donde se cuenta con el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

**Tabla 54**

*Cantidad de aire atrapado. Parte A.*

<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	
-----------------------------------	--

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	AIRE ATRAPADO
--	---------------

**Tabla 54**  
*Cantidad de aire atrapado. Parte B.*

3/8"	3.00%
<b>1/2"</b>	<b>2.50%</b>
3/4"	2.00%
1"	1.00%
1 1/2"	1.50%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

*Nota.* Se muestra los parámetros del contenido de aire atrapado. Fuente: (Rivva, 2014)

Por tanto, según a la tabla proporcionada por el ACI 211 se tiene que contenido de aire atrapado para este diseño será de **2.50%**

### 8.3.6) Determinación de la relación agua cemento por resistencia y durabilidad

Para determinar la relación agua cemento se usó la siguiente tabla, en donde se cuenta con la resistencia de diseño la cual se obtuvo previamente.

**Tabla 55**  
*Relación agua cemento.*

f'cr (28 días) kg/cm <sup>2</sup>	RELACIÓN AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA	
	RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO POR PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
<b>10</b>	<b>0.68</b>	<b>0.59</b>
250	0.62	0.53
<b>280</b>	<b>0.57</b>	<b>0.48</b>
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
420	0.41	-

450

0.38

-

*Nota.* Se muestra los parametros establecidos de la relacion agua cemento. Fuente: (Rivva, 2014)

Por tanto, como no tenemos valores exactos para la resistencia requerida, se tuvo que interpolar los valores para obtener el valor requerido las cuales mostraremos a continuación.

**Tabla 56**

*Relación agua cemento interpolado.*

<b>RELACIÓN AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA INTERPOLADO</b>		
<b>f' r (28 días) kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>f' cr (28 días) kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>RELACIÓN AGUA CEMENTO</b>
210	294	<b>0.558</b>
280	364	<b>0.466</b>

*Nota.* La tabla muestra los resultados de la relacion agua cemento interpolado. Fuente: (Rivva, 2014)

Por tanto, para el diseño de mezcla de cada tipo de concreto se usó las dos relaciones agua cemento de la tabla anterior.

### 8.3.7) *Determinación del factor cemento*

Se obtuvo este valor mediante la relación entre el volumen unitario del agua y la relación agua cemento.

$$C = \frac{\text{Volumen unitario del agua}}{\text{relacion agua cemento}}$$

De acuerdo con esta relación se obtuvo la siguiente tabla:

**Tabla 57**

*Determinación del factor cemento.*

<b>DETERMINACIÓN DEL FACTOR CEMENTO</b>		
f' r (28 días) kg/cm <sup>2</sup>	210	280
f' cr (28 días) kg/cm <sup>2</sup>	294	364
VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA	216 l/m <sup>3</sup>	216 l/m <sup>3</sup>
RELACIÓN AGUA CEMENTO	0.558	0.466
<b>FACTOR CEMENTO</b>	<b>387.097 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>463.519 kg/m<sup>3</sup></b>

*Nota.* La tabla muestra los cálculos de la determinación del factor cemento. Fuente: Elaboración Propia.

Por tanto:

- Para el diseño de mezcla  $210 \text{ kg/cm}^2$  se usó un factor cemento de **387.097 kg/m<sup>3</sup>**
- Para el diseño de mezcla  $280 \text{ kg/cm}^2$  se usó un factor cemento de **463.519 kg/m<sup>3</sup>**

### 8.3.8) *determinación de la cantidad de agregado grueso*

Para poder calcular la cantidad de agregado grueso del material se usó la siguiente tabla proporcionada por el método del ACI 21, para el uso de la tabla se usó el tamaño máximo nominal de nuestro agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino la cual se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 58**

*Determinación Del peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.*

<b>PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO</b>				
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO</b>	<b>VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO, PARA DIVERSOS MÓDULOS DE FINEZA DEL AGREGADO FINO</b>			
	<b>MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO</b>			
	<b>2.4</b>	<b>2.6</b>	<b>2.8</b>	<b>3</b>
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
<b>1/2"</b>	<b>0.59</b>	<b>0.57</b>	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Nota.* Se muestra los parámetros del peso por unidad de volumen del concreto. Fuente: (Rivva, 2014)

Como el valor del módulo de fineza del agregado fino no se encuentra dentro de los parámetros entonces se tuvo que interpolar los valores.

Interpolando valores se tiene:

$$\mathbf{X = 0.58}$$

Ahora para obtener el valor del peso del agregado grueso por unidad de volumen se tuvo que multiplicar el valor interpolado por el peso unitario compactado.

$$V_{\text{grueso}} = 0.58 * 1573.44 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{\text{grueso}} = 912.595 \text{ kg/m}^3$$

### 8.3.9) Determinación de los volúmenes absolutos.

Para el cálculo de los volúmenes absolutos se realizó la conversión de los pesos por unidad de volumen a volumen, para esto se ordena los valores de acuerdo con la siguiente tabla.

**Tabla 59**

*Cálculo de los volúmenes absolutos para el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>*

VOLÚMENES ABSOLUTOS						
	DATOS DEL DISEÑO DE MEZCLA	UND	PESO ESPECIFICO	UND	VOLUMEN	UND
CEMENTO	387.10	kg/m <sup>3</sup>	2850.00	kg/m <sup>3</sup>	0.136	m <sup>3</sup>
AGUA	216.00	l/m <sup>3</sup>	1000.00	l/m <sup>3</sup>	0.216	m <sup>3</sup>
AIRE ATRAPADO	2.50	%			0.025	
AGREGADO GRUESO	912.60	kg/m <sup>3</sup>	2696.33	kg/m <sup>3</sup>	0.338	m <sup>3</sup>
<b>Suma</b>					<b>0.715</b>	

*Nota.* Se muestra los cálculos de volumen absoluto del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente:

Elaboración Propia.

**Tabla 60**

*Cálculo de los volúmenes absolutos para el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>*

VOLÚMENES ABSOLUTOS						
	DATOS DEL DISEÑO DE MEZCLA	UND	PESO ESPECIFICO	UND	VOLUMEN	UND
CEMENTO	463.52	kg/m <sup>3</sup>	2850.00	kg/m <sup>3</sup>	0.163	m <sup>3</sup>
AGUA	216.00	l/m <sup>3</sup>	1000.00	l/m <sup>3</sup>	0.216	m <sup>3</sup>
AIRE ATRAPADO	2.50	%			0.025	
AGREGADO GRUESO	912.60	kg/m <sup>3</sup>	2696.33	kg/m <sup>3</sup>	0.338	m <sup>3</sup>

<b>Suma</b>	<b>0.742</b>
-------------	--------------

*Nota.* Se muestra los cálculos de volumen absoluto del concreto  $280 \text{ kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración Propia.

### 8.3.10) Determinación del volumen absoluto del agregado fino

Para el cálculo del volumen absoluto del agregado fino se tuvo que realizar la sumatoria de los volúmenes absolutos conocidos y a todo esto restarle de la unidad.

**Tabla 61**

*Cálculo de los volúmenes absolutos para el agregado fino.*

$f'_{r}$ (28 días) $\text{kg/cm}^2$	210	280
SUMATORIA DE VOLÚMENES ABSOLUTOS	0.715	0.742
<b>VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO</b>	<b>0.285</b>	<b>0.258</b>

*Nota.* Se muestra los cálculos de volumen absoluto del agregado fino del concreto. Fuente: Elaboración Propia.

### 8.3.11) Determinación del peso del agregado fino

Para el cálculo del peso en seco del agregado fino se realizó el producto entre el volumen absoluto del agregado fino y el peso específico de la misma y se colocaron en la siguiente tabla.

**Tabla 62**

*Cálculo del peso seco del agregado fino*

$f'_{r}$ (28 días) $\text{kg/cm}^2$	<b>210</b>	<b>280</b>
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO ( $\text{kg/m}^3$ ).	2790.556	2790.556
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO ( $\text{m}^3$ ).	0.285	0.258
<b>PESO SECO DEL AGREGADO FINO (<math>\text{kg/m}^3</math>).</b>	<b>795.308</b>	<b>719.963</b>

*Nota.* Se presenta los cálculos del peso seco absoluto del agregado fino. Fuente: Elaboración Propia.

### 8.3.12) Determinación de los valores de diseño de los componentes del concreto

Para este caso se tuvo que ordenar los valores recaudando todos los datos obtenidos anteriormente.

**Tabla 63**

*Diseño de mezcla en estado seco del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$*

	UNIDAD	DATOS DEL DISEÑO EN ESTADO SECO
CEMENTO	kg/m <sup>3</sup>	387.09
AGUA	l/m <sup>3</sup>	216
AIRE ATRAPADO	%	2.5
AGREGADO GRUESO	kg/m <sup>3</sup>	912.6
AGREGADO FINO	kg/m <sup>3</sup>	795.308

*Nota.* Se presenta el diseño de mezcla en estado seco del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 64**

*Diseño de mezcla en estado seco del concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$*

	UNIDAD	DATOS DEL DISEÑO EN ESTADO SECO
CEMENTO	kg/m <sup>3</sup>	463.519
AGUA	l/m <sup>3</sup>	216
AIRE ATRAPADO	%	2.5
AGREGADO GRUESO	kg/m <sup>3</sup>	912.6
AGREGADO FINO	kg/m <sup>3</sup>	719.963

*Nota.* Se presenta el diseño de mezcla en estado seco del concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ .

Fuente: Elaboración Propia.

### 8.3.13) Corrección del diseño de mezcla por humedad

Para la corrección del agregado por humedad se usó la siguiente relación la cual se muestra a continuación:

$$\text{Agregado seco} * \left( \frac{\% \text{humedad}}{100} + 1 \right)$$

**Tabla 65***Corrección por humedad de los agregados para el concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ . Parte A.*

AGREGADO	PESO SECO	UND	% HUMEDAD	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	UND
AGREGADO GRUESO	912.6	kg/m <sup>3</sup>	0.601	918.085	kg/m <sup>3</sup>

**Tabla 65***Corrección por humedad de los agregados para el concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ . Parte B.*

AGREGADO FINO	795.308	kg/m <sup>3</sup>	1.137	804.351	kg/m <sup>3</sup>
---------------	---------	-------------------	-------	---------	-------------------

*Nota.* Se presenta el diseño de mezcla corregido por humedad del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 66***Corrección por humedad de los agregados para el concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ .*

AGREGADO	PESO SECO	UND	% HUMEDAD	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	UND
AGREGADO GRUESO	912.6	kg/m <sup>3</sup>	0.601	918.085	kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	719.963	kg/m <sup>3</sup>	1.137	728.149	kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* Se presenta el diseño de mezcla corregido por humedad del concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración Propia.

### 8.3.14) Corrección del diseño de mezcla por absorción

Para la corrección del agregado por humedad se usó la siguiente relación la cual se muestra a continuación:

$$\text{Agregado seco} * \left( \frac{\% \text{humedad} - \% \text{absorción}}{100} \right)$$

**Tabla 67***Corrección por absorción de los agregados para el concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .*

AGREGADO	PESO SECO	UND	% HUMEDAD	% ABSORCIÓN	APORTE DE AGUA	UND
----------	-----------	-----	-----------	-------------	----------------	-----

<b>AGREGADO GRUESO</b>	912.6	kg/m <sup>3</sup>	0.601	1.45	-7.748	l/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO</b>	795.308	kg/m <sup>3</sup>	1.137	3.25	-16.805	l/m <sup>3</sup>
<b>Suma</b>					<b>-24.553</b>	

*Nota.* Se presenta el diseño de mezcla corregido por absorción del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 68**

*Corrección por absorción de los agregados para el concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ .*

<b>AGREGADO</b>	<b>PESO SECO</b>	<b>UND</b>	<b>% HUMEDAD</b>	<b>% ABSORCIÓN</b>	<b>APORTE DE AGUA</b>	<b>UND</b>
<b>AGREGADO GRUESO</b>	912.6	kg/m <sup>3</sup>	0.601	1.45	-7.748	l/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO</b>	719.963	kg/m <sup>3</sup>	1.137	3.25	-15.213	l/m <sup>3</sup>
<b>Suma</b>					<b>-22.961</b>	

*Nota.* La tabla muestra el diseño de mezcla corregido por absorción del concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración Propia.

- **Aporte de agua adicional a la mezcla de las correcciones del diseño de mezcla.**

Se realizaron las correcciones del diseño de agua por absorción y humedad por tanto se tiene lo siguiente:

**Tabla 69**

*Corrección final del agua para el diseño de mezcla.*

<b>TIPO</b>	<b>AGUA INICIAL</b>	<b>APORTE DE AGUA</b>	<b>AGUA l/m<sup>3</sup></b>
	<b>l/m<sup>3</sup></b>	<b>A LA MEZCLA</b>	
$f'r$ (28 días) kg/cm <sup>2</sup>	216	24.553	<b>240.553</b>
$f'cr$ (28 días) kg/cm <sup>2</sup>	216	22.961	<b>238.961</b>

*Nota.* La tabla muestra el aporte de agua para el diseño de mezcla. Fuente: Elaboración Propia.

### **8.3.15) Determinación de las proporciones el peso y volumen del diseño de mezcla**

Por último, se realizó las proporciones del material para el diseño de mezcla las cual se muestra a continuación para cada tipo de concreto.

**Tabla 70**

Las proporciones de los componentes del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .

	EN PESO	UNIDAD	VOLUMEN	UNIDAD	PROPORCIÓN
<b>CEMENTO</b>	387.09	kg/m <sup>3</sup>	9.11	Bolsa/m <sup>3</sup>	1.00
<b>A. GRUESO</b>	912.6	kg/m <sup>3</sup>	0.62	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	2.36
<b>A. FINO</b>	795.31	kg/m <sup>3</sup>	0.57	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	2.05
<b>AGUA</b>	240.55	l/m <sup>3</sup>	240.55	l/m <sup>3</sup>	0.62

Nota. La tabla muestra las proporciones del diseño de mezcla del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 71**

Las proporciones de los componentes del concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ .

	EN PESO	UNIDAD	VOLUMEN	UNIDAD	PROPORCIÓN
<b>CEMENTO</b>	463.519	kg/m <sup>3</sup>	10.91	Bolsa/m <sup>3</sup>	1.00
<b>A. GRUESO</b>	912.6	kg/m <sup>3</sup>	0.62	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1.97
<b>A. FINO</b>	719.96	kg/m <sup>3</sup>	0.52	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1.55
<b>AGUA</b>	238.961	l/m <sup>3</sup>	238.96	l/m <sup>3</sup>	0.52

Nota. La tabla muestra las proporciones del diseño de mezcla del concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración Propia.

#### 8.4) Cálculo de volumen de concreto

Se realizó el metrados del volumen del anillo de concreto y de los testigos de concreto que será para el ensayo de laboratorio, en donde se elaboró el siguiente cuadro.

**Tabla 72**

*Medrado del volumen de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .*

HOJA DE METRADOS									
TESIS		<b>RETRACCIÓN DEL CONCRETO Y SU INFLUENCIA CON LA RESISTENCIA E HIDRATACIÓN EN LA CIUDAD DEL CUSCO</b>							
TESISTA		<b>PAUL CHOQUE FIGUEROA</b>							
ÍTEM	PARTIDA	UND	CANT.	DIMENSIONES			SUB TOTAL	PARCIAL	TOTAL
				DIÁMETRO	ANCHO	ALTURA			
VOLUMEN DE CONCRETO USADO									
<b>PARA UN CONCRETO</b>									
<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>									
	Volumen del anillo exterior	m	1	0.405		0.150	0.019	0.019	
	Volumen del anillo interior	m	1	0.330		0.150	0.013	0.013	0.006
	Volumen del concreto	m <sup>3</sup>	8				0.006		<b>0.052</b>
	Volumen de los testigos de concreto	m <sup>3</sup>	1	0.150		0.300	0.005	0.0053014	
	Para todos los testigos		m <sup>3</sup>	18			0.005		<b>0.095</b>
	<b>Total, de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>m<sup>3</sup></b>						<b>0.147</b>

*Nota.* La tabla muestra el medrado de volumen de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  que se necesitara para el ensayo de retracción restringida. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 73**

*Metrado del volumen de concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ .*

HOJA DE METRADOS									
TESIS		<b>RETRACCIÓN DEL CONCRETO Y SU INFLUENCIA CON LA RESISTENCIA E</b>							
TESISTA		<b>HIDRATACIÓN EN LA CIUDAD DEL CUSCO</b>							
		<b>PAUL CHOQUE FIGUEROA</b>							
ÍTEM	PARTIDA	UND	CANT.	DIMENSIONES			SUB TOTAL	PARCIAL	TOTAL
				DIÁMETRO	ANCHO	ALTURA			
VOLUMEN DE CONCRETO USADO									
<b>PARA UN CONCRETO 280 kg/cm<sup>2</sup></b>									
	Volumen del anillo exterior	m	1	0.405		0.150	0.019	0.019	
	Volumen del anillo interior	m	1	0.330		0.150	0.013	0.013	0.006
	Volumen del concreto	m <sup>3</sup>	8				0.006		<b>0.052</b>
	Volumen de los testigos de concreto	m <sup>3</sup>	1	0.150		0.300	0.005	0.0053014	
	Para todos los testigos	m <sup>3</sup>	18				0.005		<b>0.095</b>
<b>Total, de concreto 280 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>m<sup>3</sup></b>							<b>0.147</b>

*Nota.* La tabla muestra el metrado de volumen de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  que se necesitara para el ensayo de retracción restringida. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 74**

*La relación de insumos para el concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ . Parte A.*

RELACIÓN DE INSUMOS						
TESIS	<b>RETRACCIÓN DEL CONCRETO Y SU INFLUENCIA CON LA RESISTENCIA E HIDRATACIÓN EN LA CIUDAD DEL CUSCO</b>					
TESISTA	<b>PAUL CHOQUE FIGUEROA</b>					
ITEM	PARTIDA	UND	CANTIDAD	METRADO	PARCIAL	TOTAL
<b>PARA UN CONCRETO 210 kg/cm2</b>						
	CEMENTO	BOLSA	9.11	0.147	1.339	1.406
	AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	0.62	0.147	0.091	0.096
	AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	0.57	0.147	0.084	0.088
	CUNYAC	m <sup>3</sup>	0.171	0.147	0.025	0.026
	BICHO	m <sup>3</sup>	0.399	0.147	0.059	0.062
	AGUA	litros	240.55	0.147	35.361	37.129
<b>PARA UN CONCRETO 280 kg/cm2</b>						
	CEMENTO	BOLSA	10.91	0.147	1.604	1.684
	AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	0.62	0.147	0.091	0.096
	AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	0.52	0.147	0.076	0.080
	CUNYAC	m <sup>3</sup>	0.156	0.147	0.023	0.024
	BICHO	m <sup>3</sup>	0.364	0.147	0.054	0.056

**Tabla 74**

La relación de insumos para el concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ . **Parte B.**

AGUA	litros	238.96	0.147	35.127	36.883
<b>TOTAL, INSUMOS A ADQUIRIR</b>					
CEMENTO	BOLSA	3.090			<b>4.000</b>
AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	0.191			<b>0.200</b>
AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	0.168			<b>0.200</b>
CUNYAC	m <sup>3</sup>	0.050			<b>0.06</b>
BICHO	m <sup>3</sup>	0.118			<b>0.14</b>
AGUA	litros	74.012			<b>75.000</b>

*Nota.* La tabla muestra La relación de insumos para el concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración Propia

### 8.5) Vaciado de muestras de concreto

Para el vaciado de las muestras se eligió primero las resistencias a vaciar, las cuales son diseñadas para un concreto  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  y un concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  y estas fueron vaciadas en dos tiempos, para un curado convencional que es sumergido en agua. Y la otra para el curado de acuerdo con la norma NTP 339.212. para la recolección de datos.

**Tabla 75**

*Fechas de vaciados de las muestras.*

VACIADO DE MUESTRAS DE ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL CONCRETO				
FECHA	TIPO DE CURADO	CANTIDAD DE MUESTRAS	TESTIGOS DE CONCRETO	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
15 DE JUNIO DEL 2023	SUMERGIDO	3	9	210
15 DE JUNIO DEL 2023	INTEMPERIE	6	9	210
16 DE JUNIO DEL 2023	SUMERGIDO	3	9	280
16 DE JUNIO DEL 2023	INTEMPERIE	6	9	280

*Nota.* La tabla muestra las fechas de los vaciados de los añillos de concreto, así como los testigos. Fuente: Elaboración Propia.

Para el vaciado de las muestras de los anillos de concreto se realizó previamente un control del asentamiento del concreto mediante el cono de Abrams, en base a la norma NTP 339.035.

**Figura 16**

*Ensayo del cono de Abrams.*



*Nota.* La figura muestra el momento del vaciado del concreto y realizando en ensayo del cono de Abrams. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 17**

*Anillos de concreto después del vaciado.*



*Nota.* La figura muestra el vaciado de la elaboración de los anillos de concreto. Fuente: Elaboración propia.

### **8.6) Lectura de las fisuras de los anillos de concreto**

Para las lecturas de los anillos de concreto se dividen en cuatro tipos, concretos con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> ambos curados de dos maneras, con un curado sumergido en agua y el curado mediante la norma NTP 339.212, las cuales se muestran a continuación.

#### **8.6.1) Lectura de fisuras de los anillos de concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ curados mediante la norma NTP 339.212.**

**Tabla 76**

*Valores de las retracciones según al número de días alcanzados. Parte A.*

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>15/06/2023</b>
<b><math>f'c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>210</b>
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO (Días)</b>	<b>12</b>
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28                      49</b>

**Tabla 76**

Valores de las retracciones según al número de días alcanzados. **Parte B.**

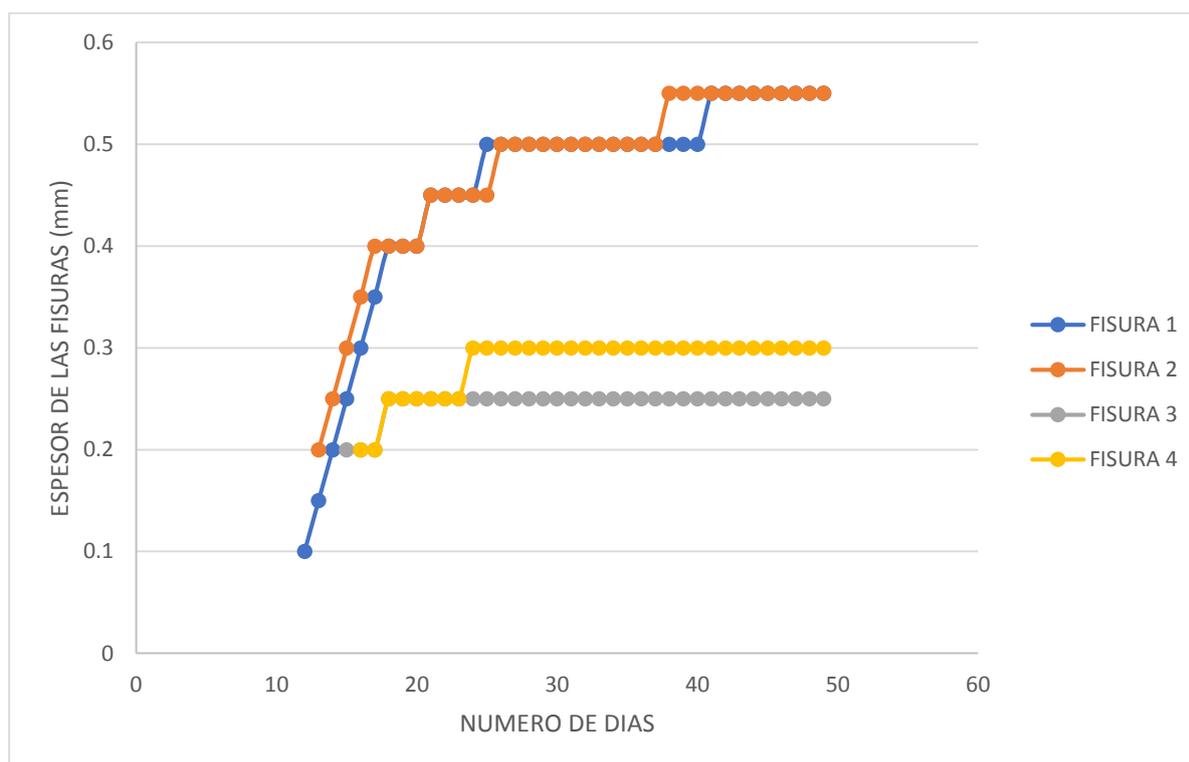
**MUESTRA 1**

<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.40	0.55
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.35	0.55
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.25	0.25
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.20	0.30
<b>ACUMULADO (mm)</b>	<b>1.20</b>	<b>1.65</b>

*Nota.* La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49 las cuales se muestran en el anexo. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 18**

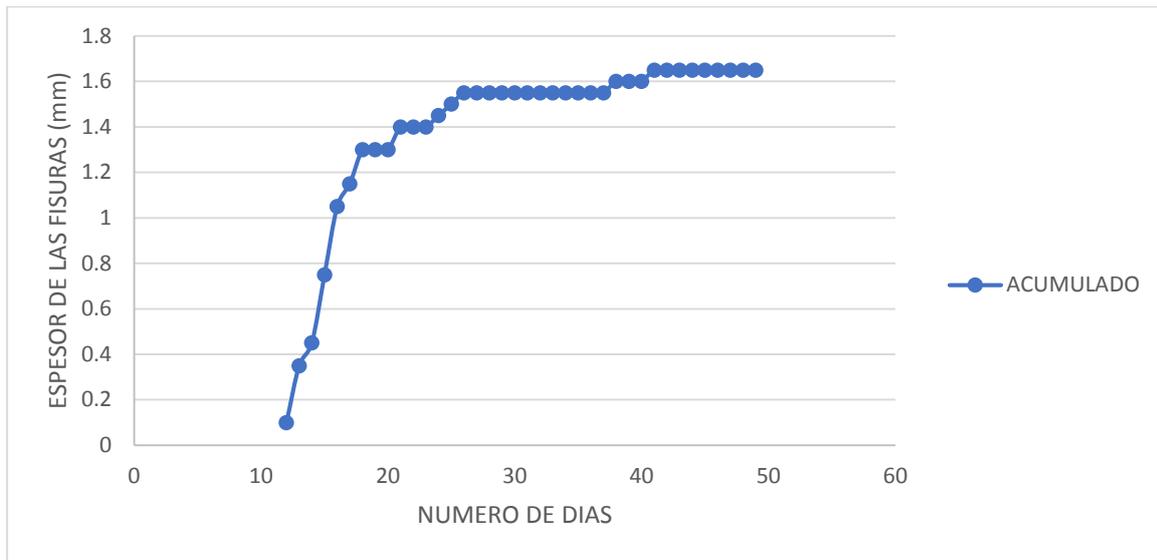
Gráfico de las fisuras presentadas en el anillo 01.



*Nota.* La figura muestra el gráfico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 19**

Gráfico de las fisuras acumuladas presentadas en el anillo 1.



Nota. El gráfico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 77**

Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>15/06/2023</b>	
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>210</b>	
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>	
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO (Días)</b>	<b>13</b>	
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28</b>	<b>49</b>

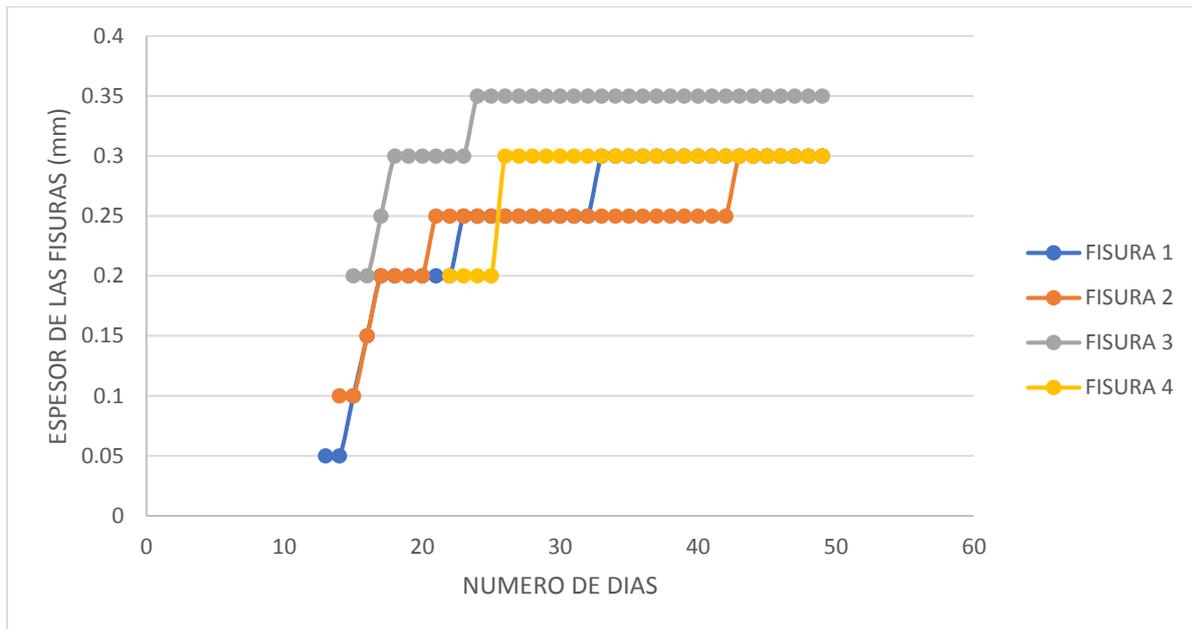
**MUESTRA 2**

<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.25	0.30
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.25	0.30
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.35	0.35
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.30	0.30
<b>ACUMULADO (mm)</b>	<b>1.15</b>	<b>1.25</b>

Nota. La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 20**

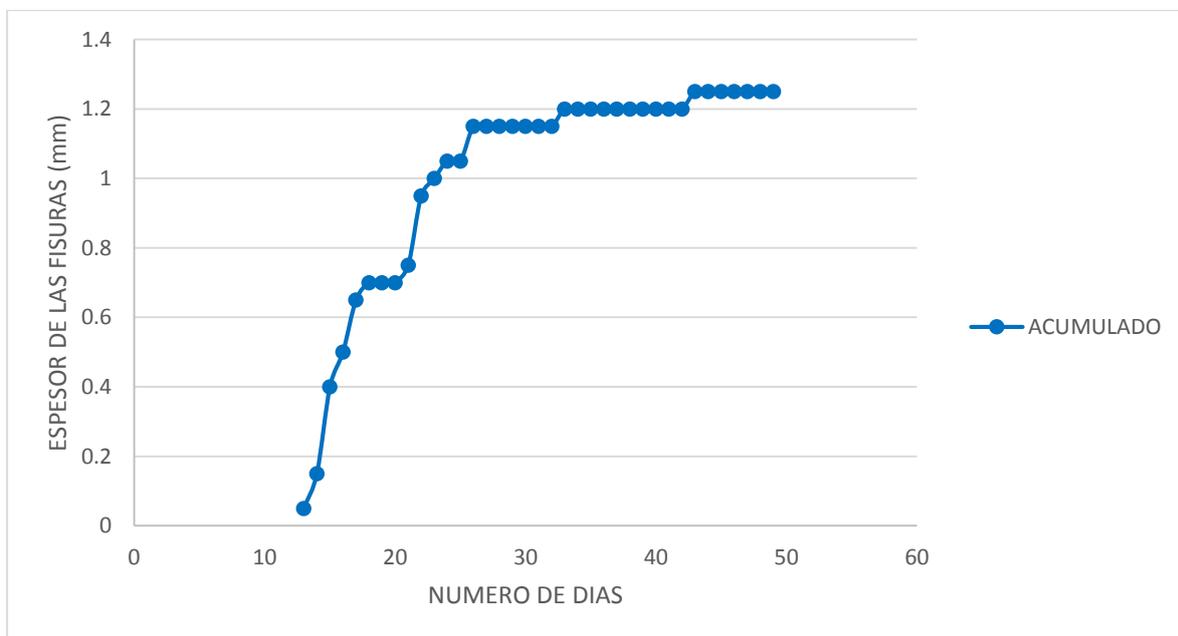
*Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.*



*Nota.* La figura muestra el gráfico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 25**

*Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.*



*Nota.* El gráfico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 78**

Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>15/06/2023</b>	
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>210</b>	
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>	
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO</b>	<b>14</b>	
<b>(Días)</b>		
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28</b>	<b>49</b>

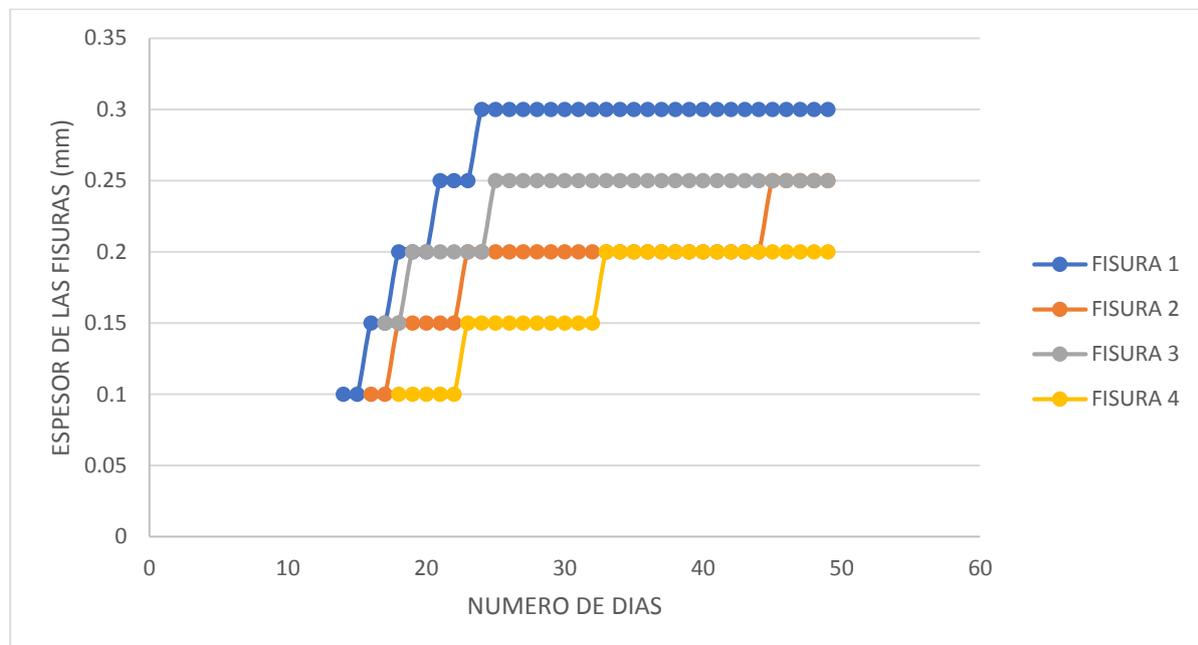
**MUESTRA 3**

<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.30	0.30
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.20	0.25
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.25	0.25
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.15	0.20
<b>ACUMULADO (mm)</b>	<b>0.90</b>	<b>1.00</b>

Nota. La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 21**

Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.

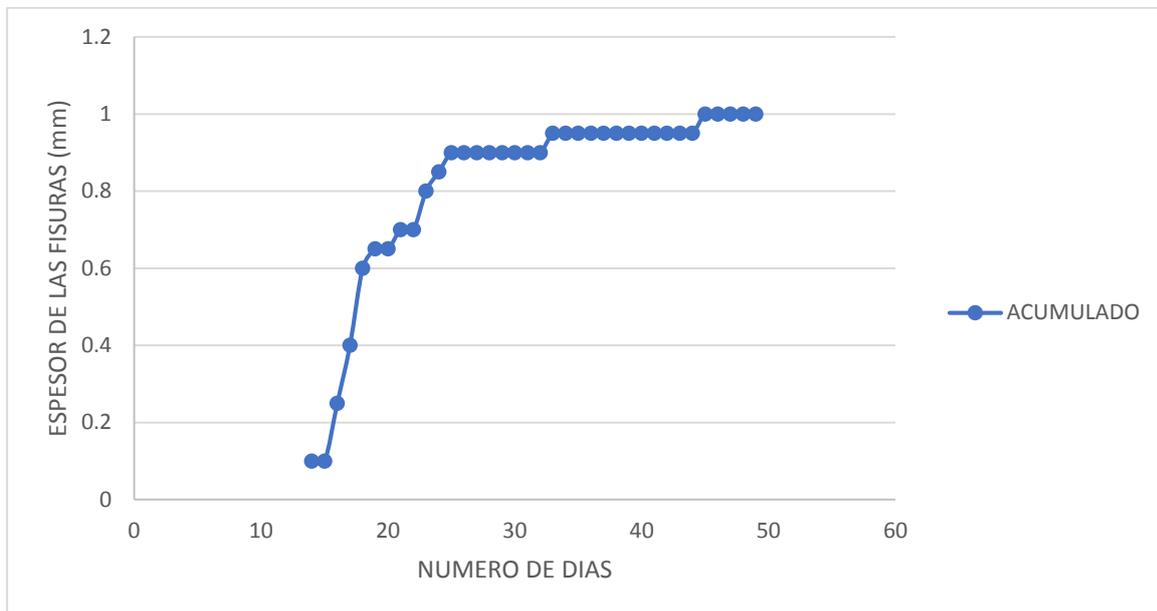


Nota. La figura muestra el gráfico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 22**

Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.



Nota. El gráfico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 79**

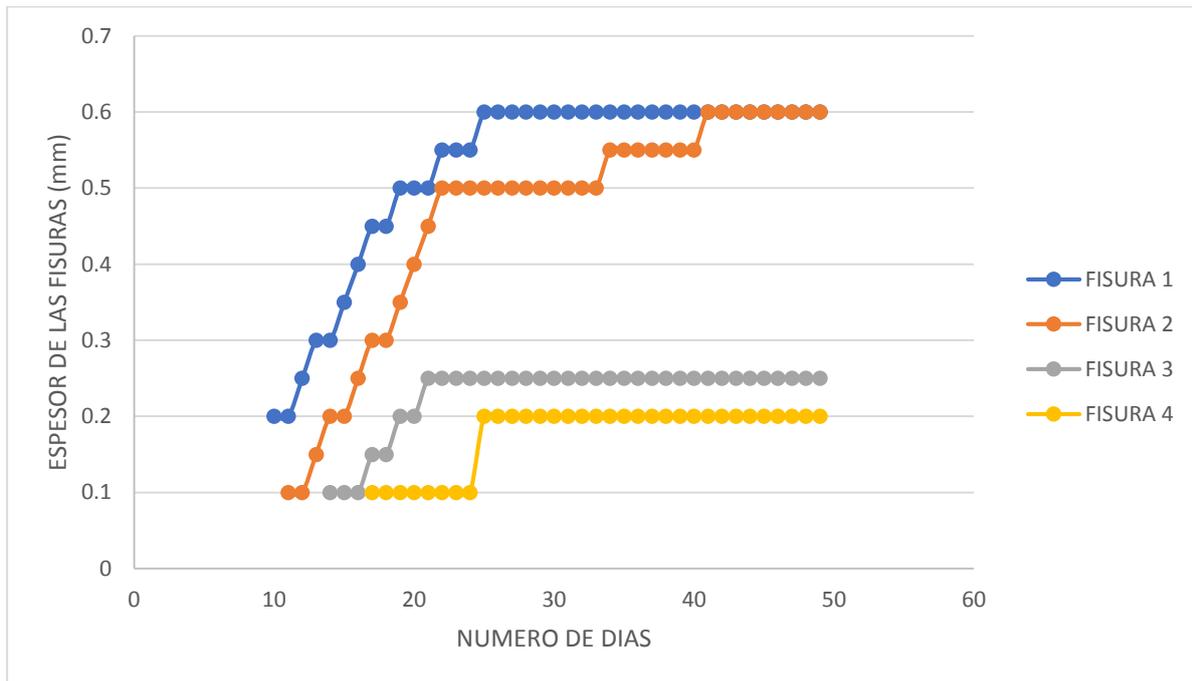
Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>15/06/2023</b>	
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>210</b>	
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>	
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO (Días)</b>	<b>10</b>	
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28</b>	<b>49</b>
<b>MUESTRA 4</b>		
<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.60	0.60
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.50	0.60
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.25	0.25
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.20	0.20
<b>ACUMULADO (mm)</b>	<b>1.55</b>	<b>1.65</b>

Nota. La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 23**

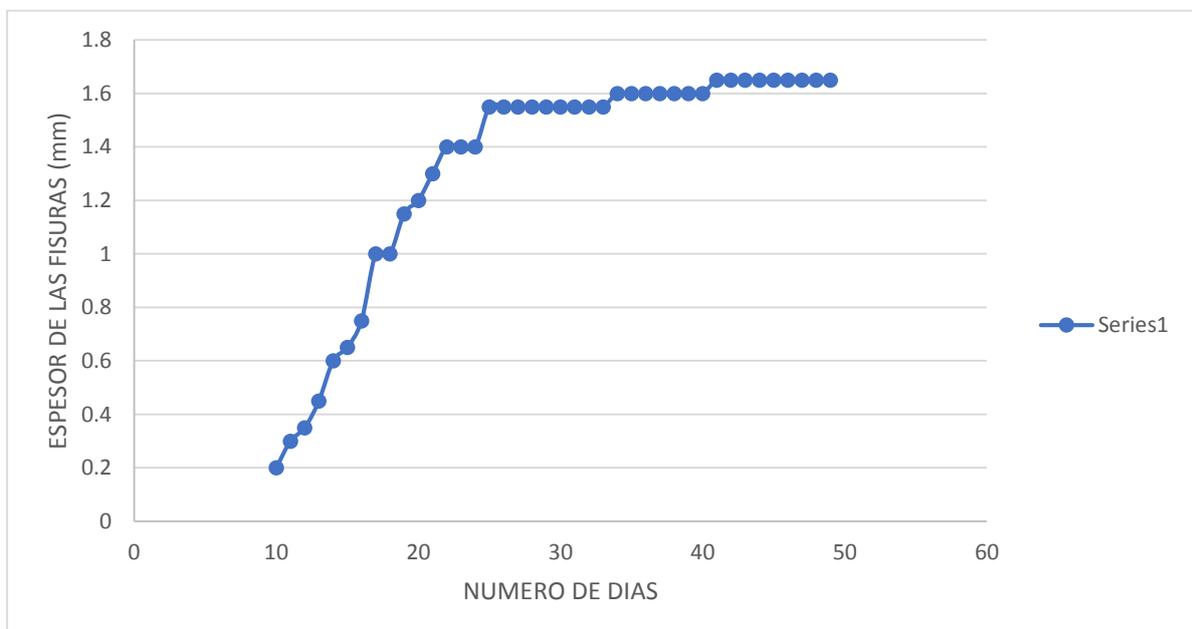
Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.



Nota. La figura muestra el grafico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 24**

Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.



Nota. El grafico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 80**

Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>15/06/2023</b>	
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>210</b>	
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>	
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO</b>	<b>15</b>	
<b>(Días)</b>		
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28</b>	<b>49</b>

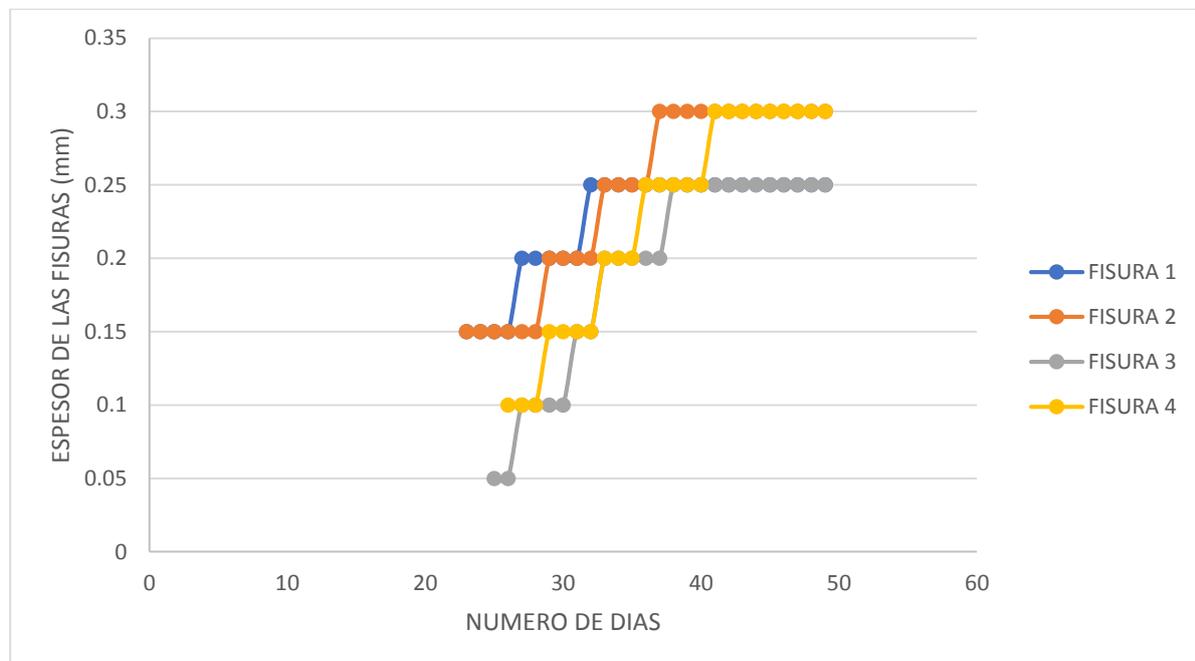
**MUESTRA 5**

<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.20	0.25
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.15	0.30
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.10	0.25
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.10	0.30
<b>ACUMULADO (mm)</b>	<b>0.55</b>	<b>1.10</b>

Nota. La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 25**

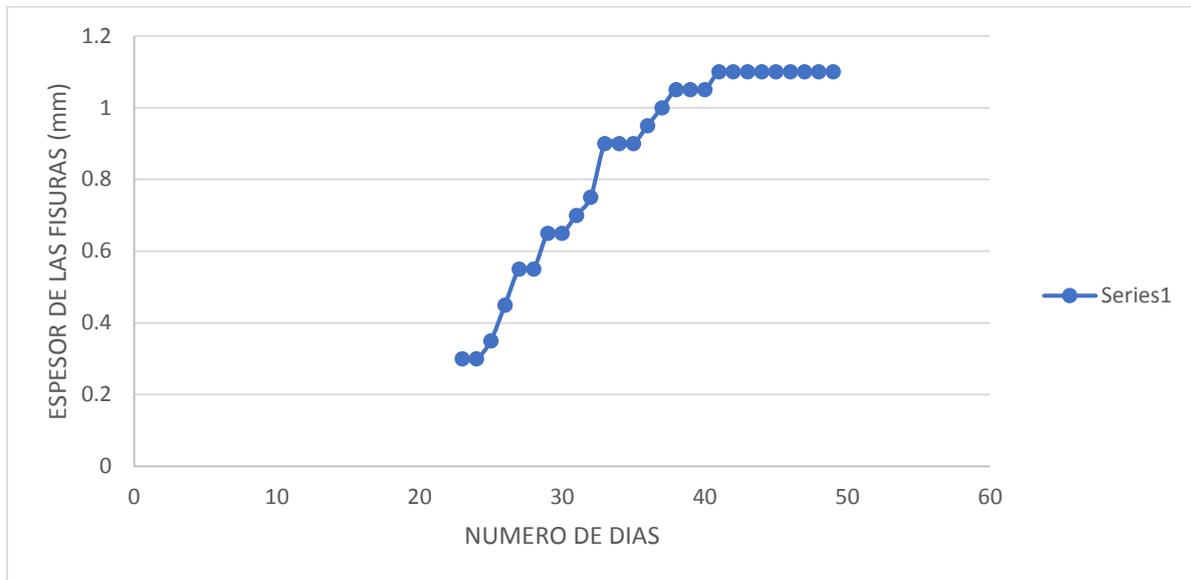
Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.



Nota. La figura muestra el gráfico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 26**

Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.



Nota. El gráfico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 81**

Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>15/06/2023</b>	
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>210</b>	
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>	
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO (Días)</b>	<b>13</b>	
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28</b>	<b>49</b>

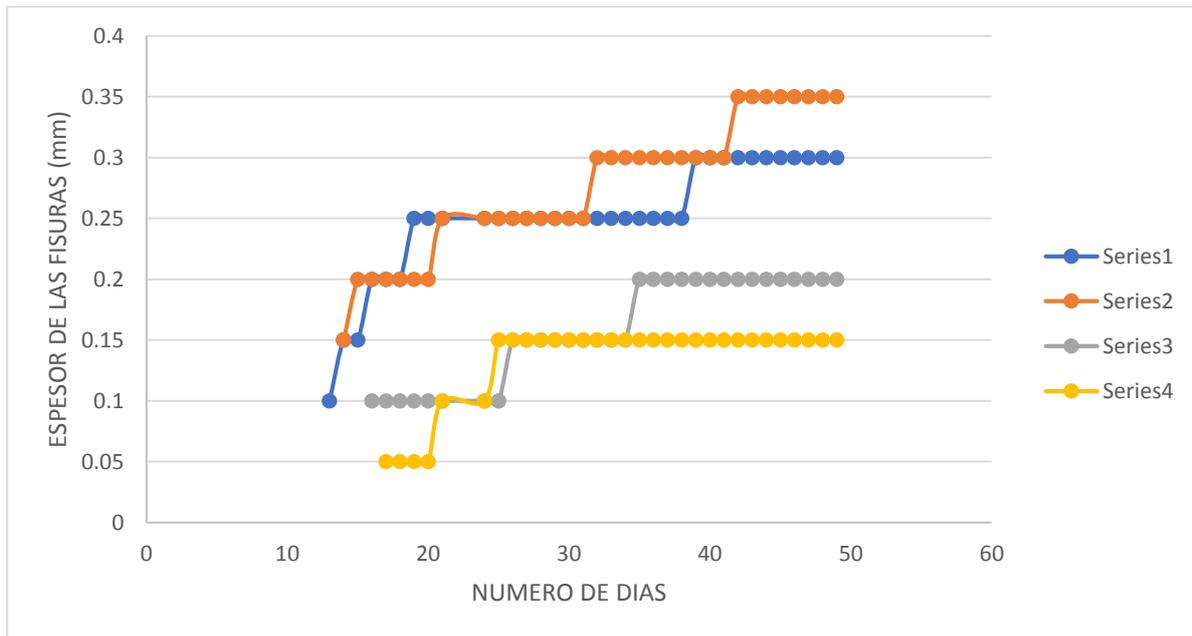
**MUESTRA 6**

<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.25	0.30
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.25	0.35
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.15	0.20
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.15	0.15
<b>ACUMULADO (mm)</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>

Nota. La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 27**

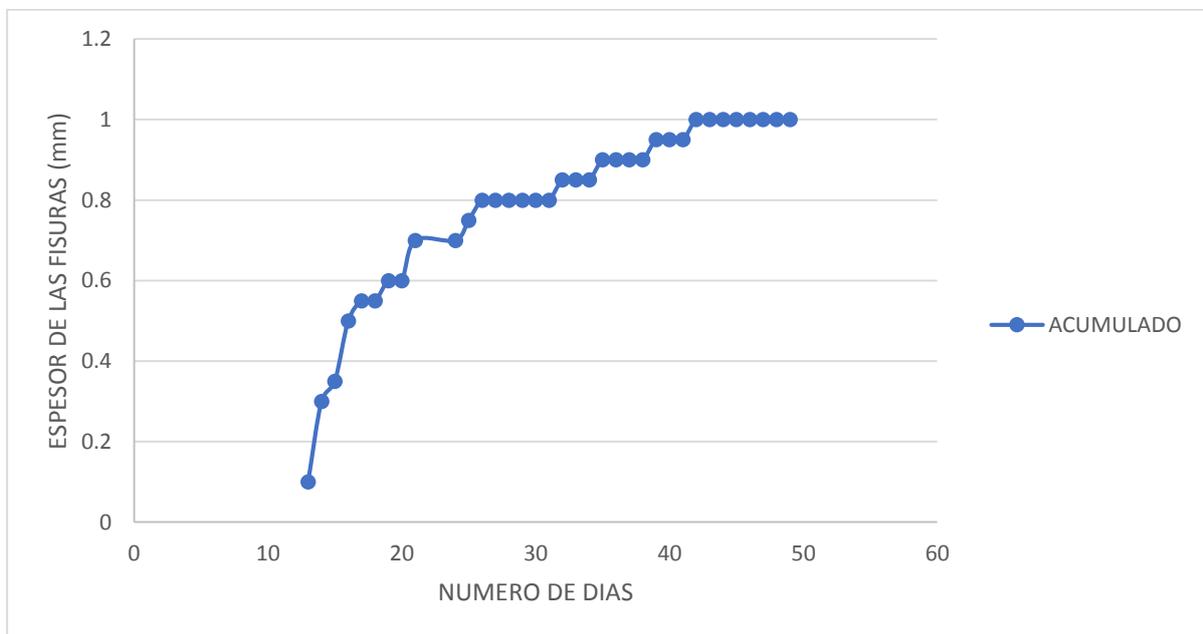
Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.



Nota. La figura muestra el grafico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 28**

Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.

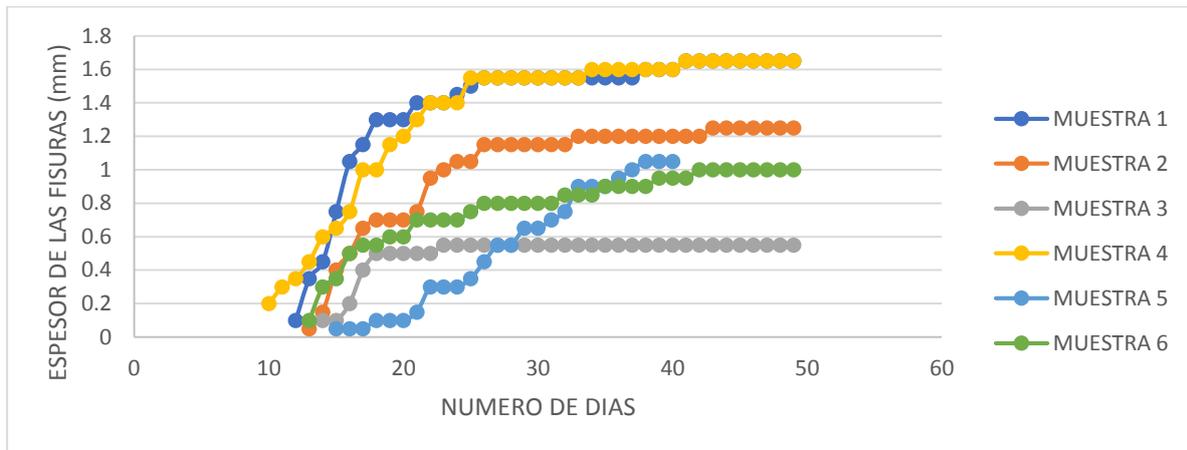


Nota. El grafico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

Por último, se obtuvo el resumen de todas las tablas acumuladas de las muestras para poder realizar el comparativo.

**Figura 29**

Gráfico de las fisuras de las muestras de los anillos de concreto.



Nota. La figura muestra el comparativo de los resultados de todos los anillos de concreto.

Fuente: Elaboración Propia.

**8.6.2) Lectura de fisuras de los anillos de concreto de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con un curado sumergido.**

Para este tipo de curado las muestras no presentaron ningún tipo de fisuras a los 28 días de curado, por tanto, no existen registros de fisuras en el anillo de concreto.

**8.6.3) Lectura de fisuras de los anillos de concreto de resistencia  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  curados mediante la norma NTP 339.212.**

**Tabla 82**

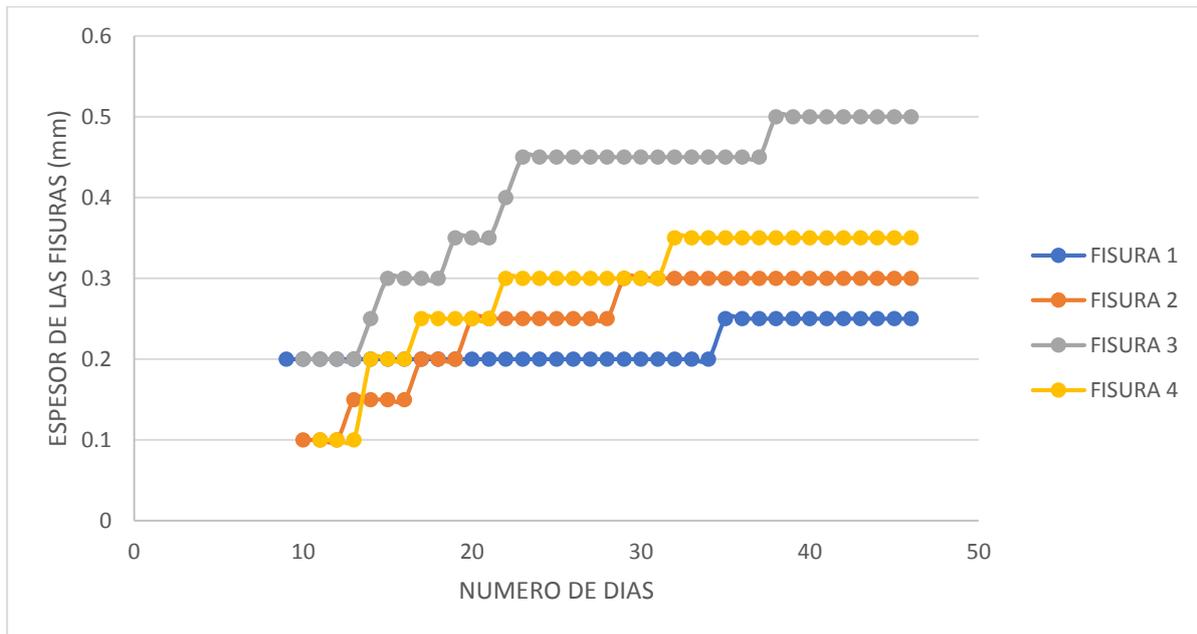
Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>16/06/2023</b>	
<b><math>f'c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>280</b>	
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>	
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO (Días)</b>	<b>9</b>	
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28</b>	<b>49</b>
<b>MUESTRA 1</b>		
<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.20	0.25
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.25	0.30
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.45	0.50
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.30	0.35
<b>ACUMULADO (mm)</b>	<b>1.20</b>	<b>1.40</b>

Nota. La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 30**

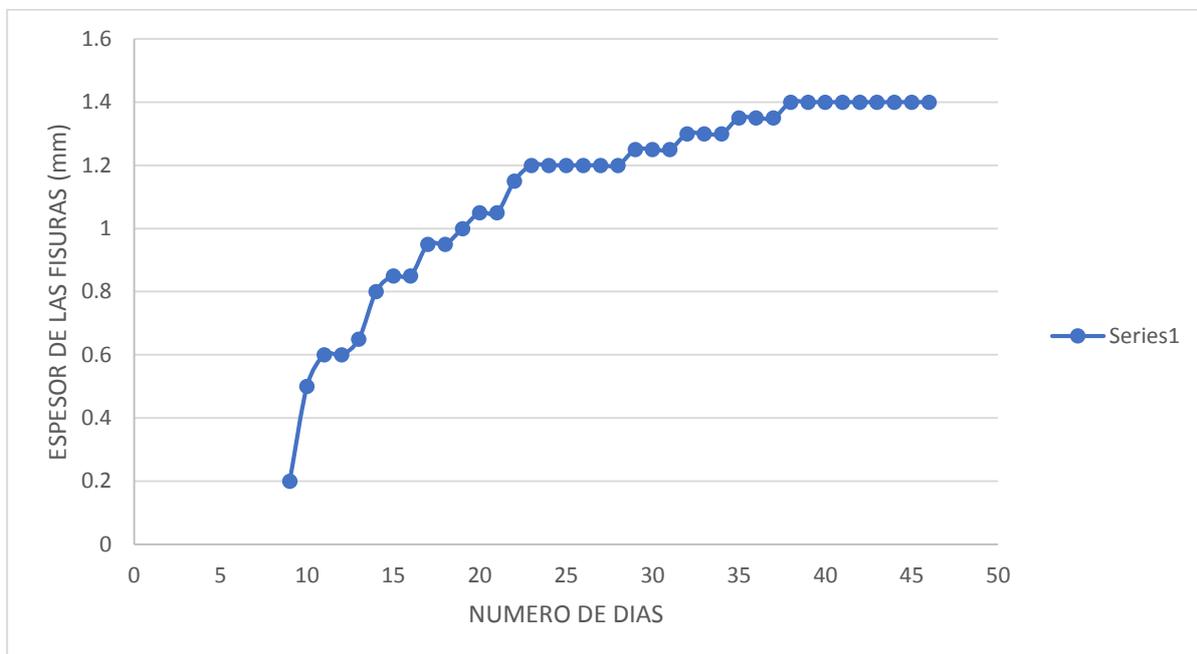
Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.



Nota. La figura muestra el grafico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 31**

Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.



Nota. El grafico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 83**

Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>16/06/2023</b>	
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>280</b>	
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>	
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO</b>	<b>14</b>	
<b>(Días)</b>		
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28</b>	<b>49</b>

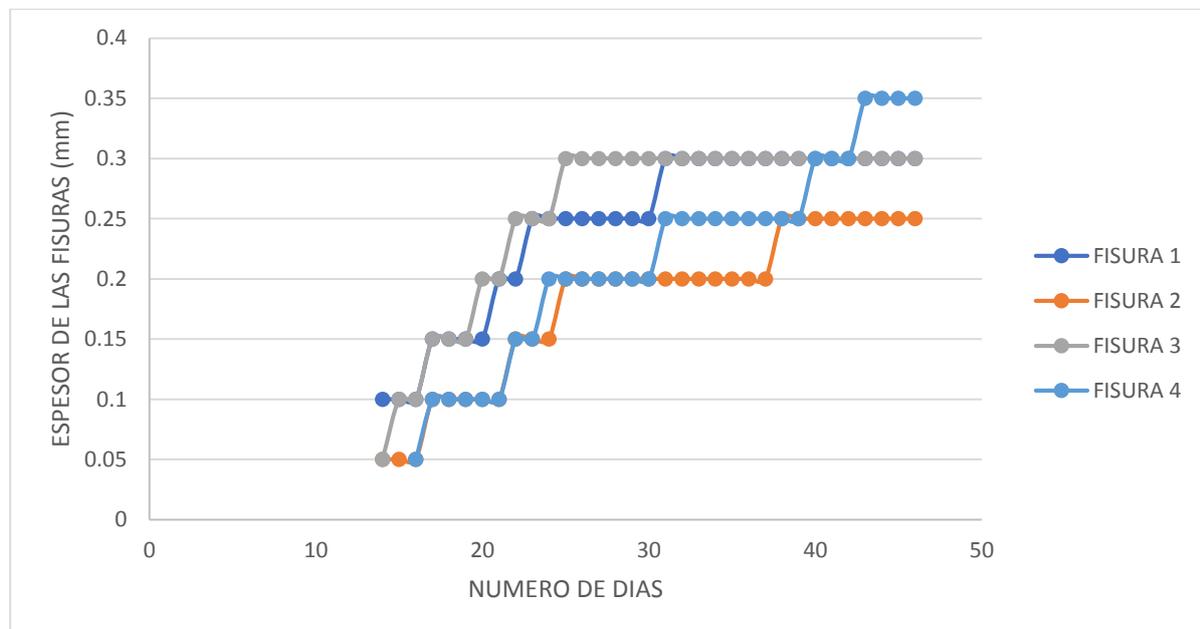
**MUESTRA 2**

<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.25	0.30
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.20	0.25
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.30	0.30
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.20	0.35
<b>ACUMULADO (mm)</b>	<b>0.95</b>	<b>1.20</b>

Nota. La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 32**

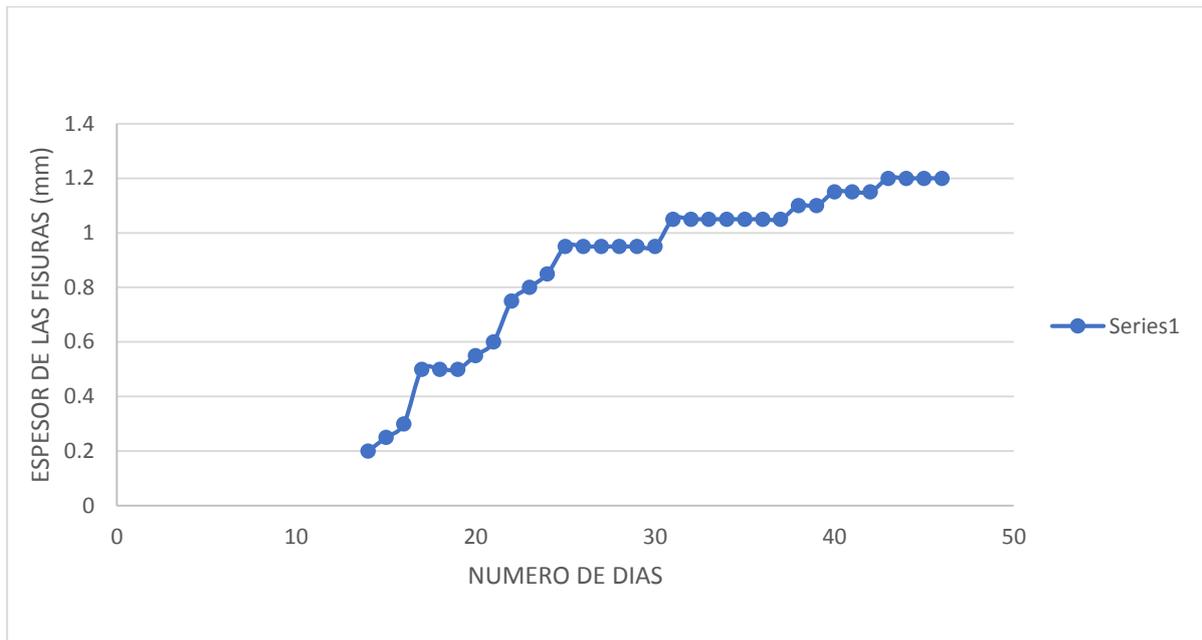
Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.



Nota. La figura muestra el gráfico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 33**

Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.



Nota. El grafico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 84**

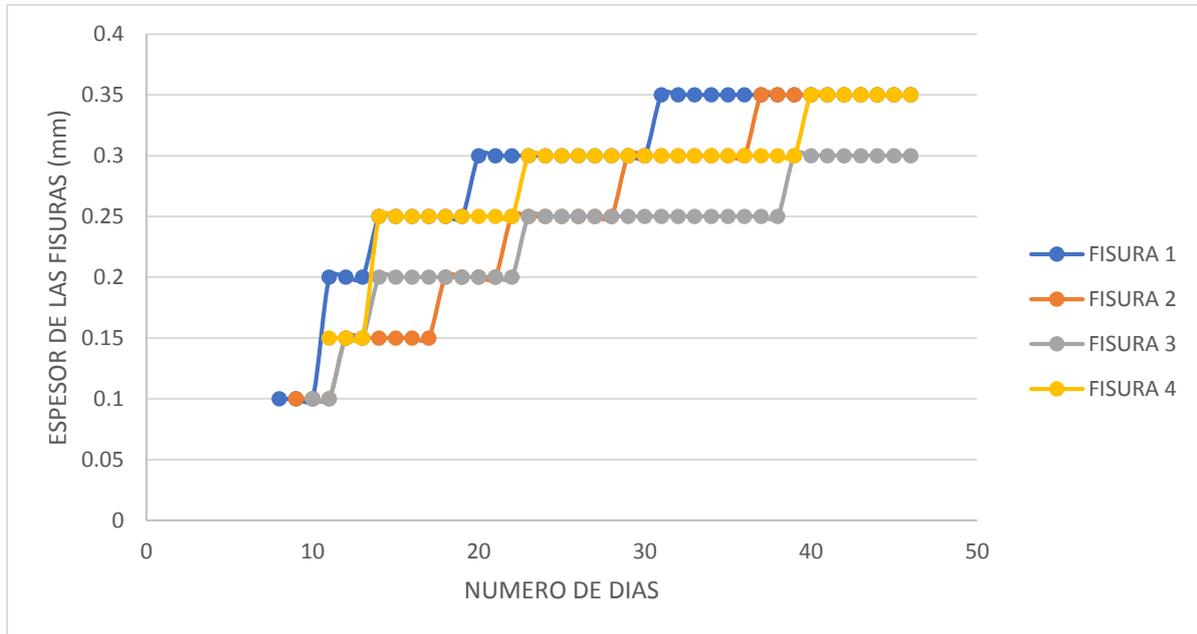
Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>16/06/2023</b>	
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>280</b>	
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>	
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO (Días)</b>	<b>8</b>	
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28</b>	<b>49</b>
<b>MUESTRA 3</b>		
<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.30	0.35
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.25	0.35
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.25	0.30
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.30	0.35
<b>ACUMULADO (mm)</b>	<b>1.10</b>	<b>1.35</b>

*Nota.* La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 34**

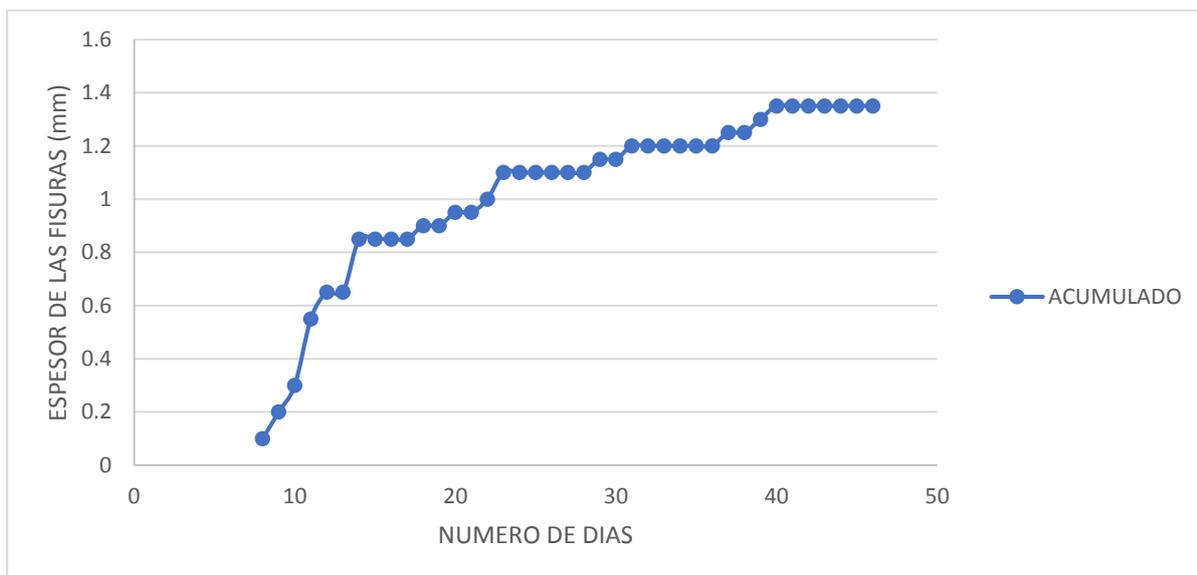
*Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.*



*Nota.* La figura muestra el grafico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 35**

*Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.*



*Nota.* El grafico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 85**

Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>16/06/2023</b>	
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>280</b>	
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>	
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO</b>	<b>10</b>	
<b>(Días)</b>		
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28</b>	<b>49</b>

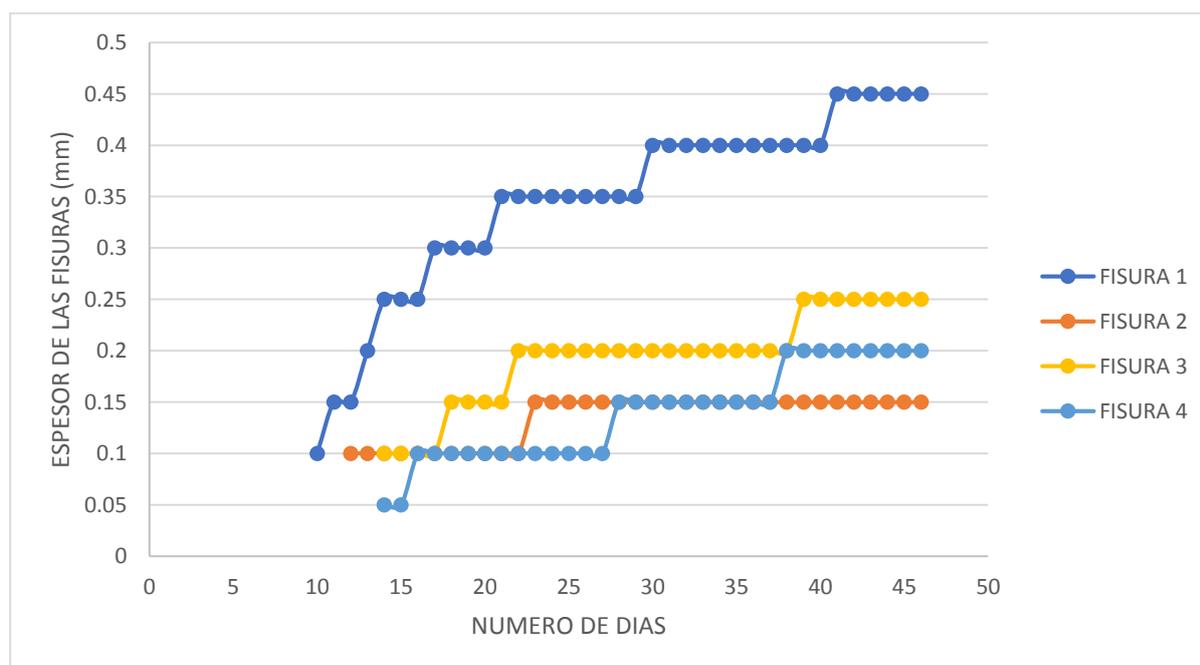
**MUESTRA 4**

<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.35	0.45
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.15	0.15
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.20	0.25
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.15	0.20
<b>ACUMULADO (mm)</b>	<b>0.85</b>	<b>1.05</b>

Nota. La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 36**

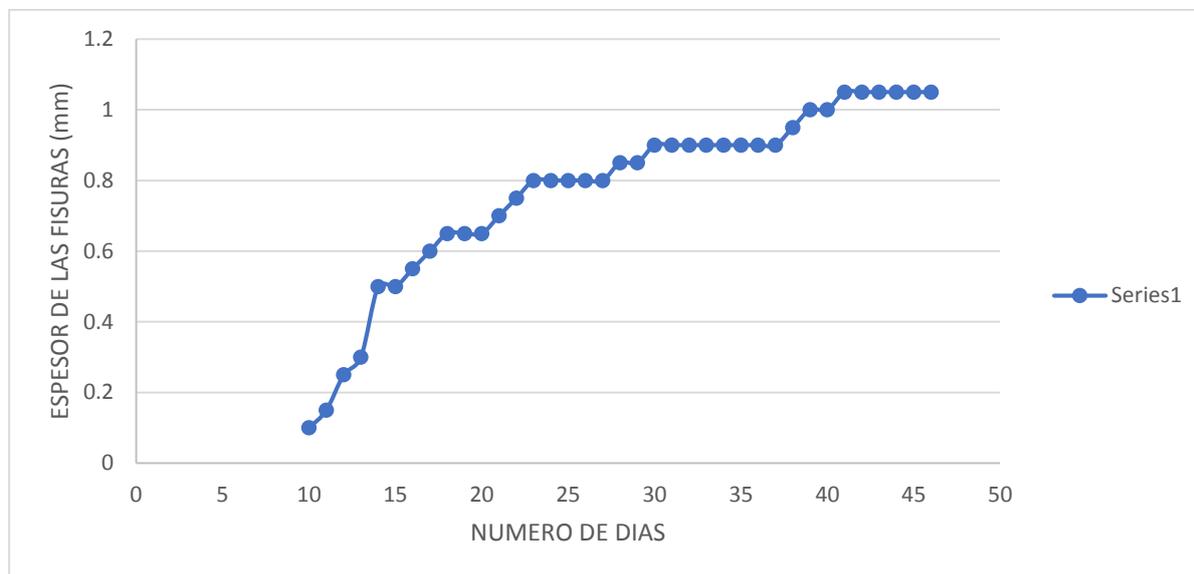
Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.



*Nota.* La figura muestra el grafico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 37**

*Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.*



*Nota.* El grafico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 86**

*Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.*

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>16/06/2023</b>	
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>280</b>	
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>	
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO (Días)</b>	<b>8</b>	
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28</b>	<b>49</b>

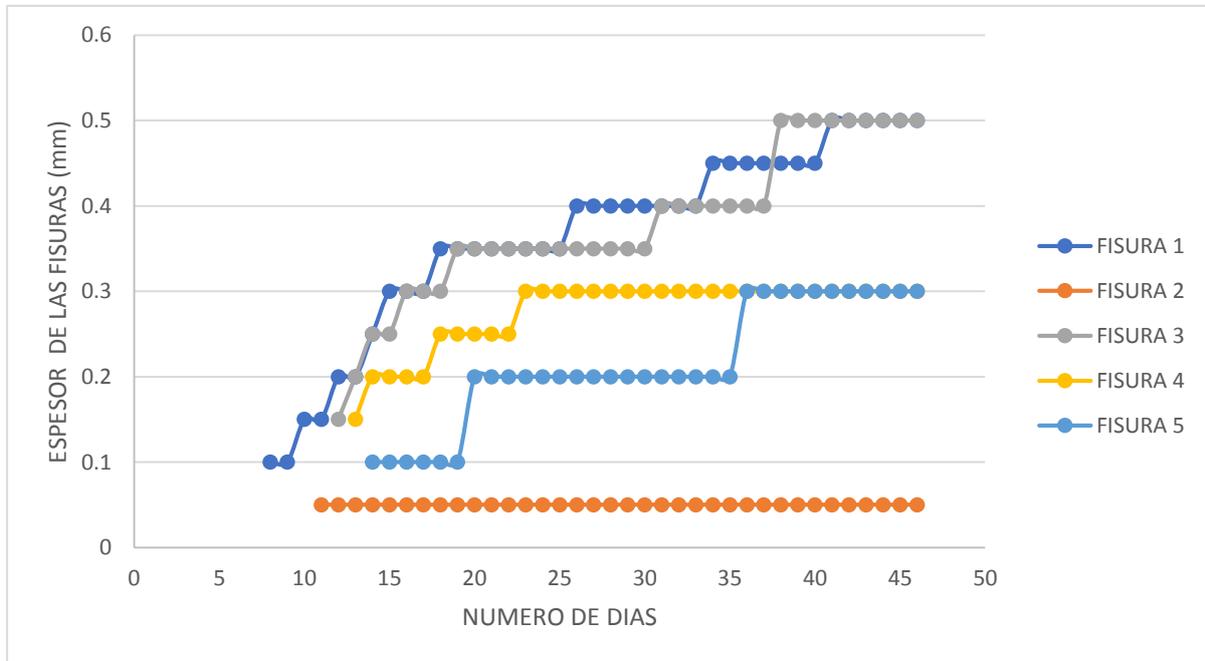
**MUESTRA 5**

<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.40	0.50
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.05	0.05
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.35	0.50
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.30	0.30
<b>FISURA 5 (mm)</b>	0.20	0.30

*Nota.* La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 38**

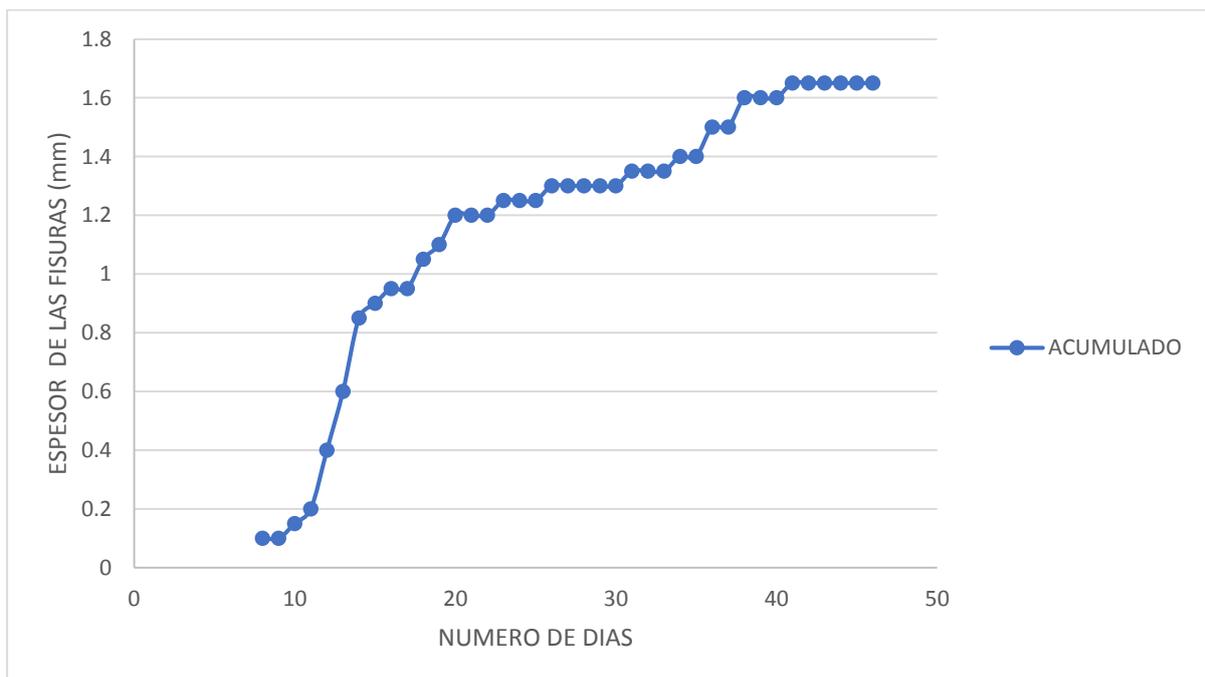
*Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.*



*Nota.* La figura muestra el grafico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 39**

*Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.*



*Nota.* El grafico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 87**

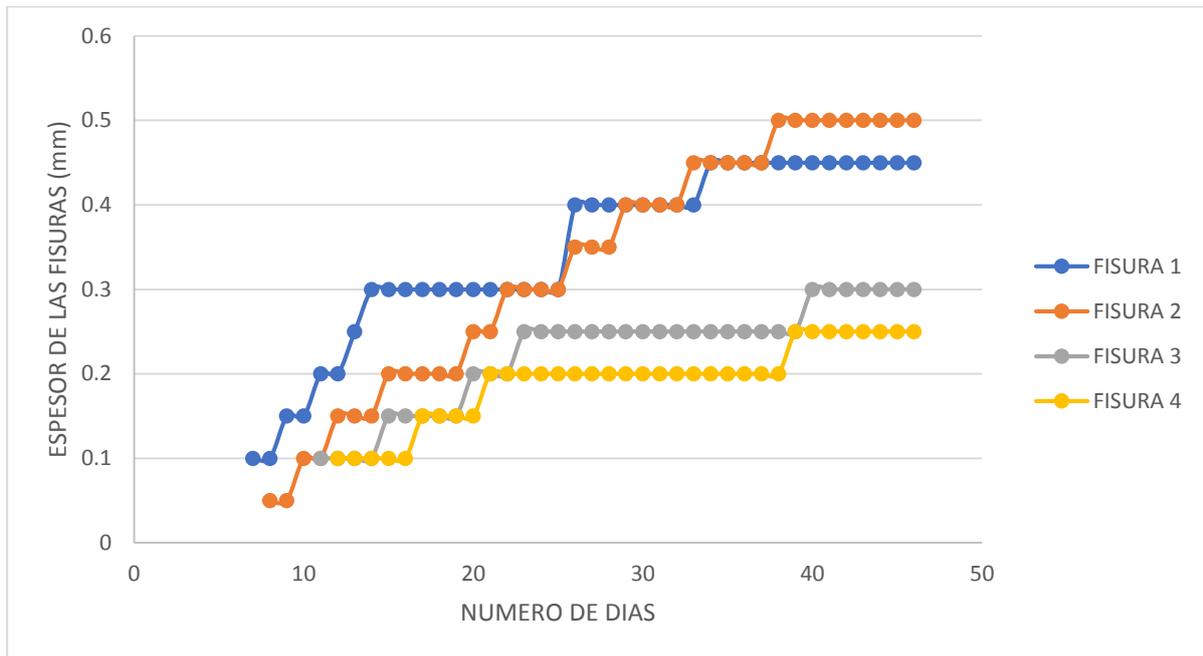
*Valores de las retracciones según al número de días alcanzados.*

<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>16/06/2023</b>	
<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>280</b>	
<b>TIPO DE CURADO</b>	<b>INTEMPERIE</b>	
<b>EDAD DE AGRIETAMIENTO (Días)</b>	<b>7</b>	
<b>DÍA DE CURADO</b>	<b>28</b>	<b>49</b>
<b>MUESTRA 6</b>		
<b>FISURA 1 (mm)</b>	0.40	0.45
<b>FISURA 2 (mm)</b>	0.35	0.50
<b>FISURA 3 (mm)</b>	0.25	0.30
<b>FISURA 4 (mm)</b>	0.20	0.25
<b>ACUMULADO (mm)</b>	<b>1.20</b>	<b>1.50</b>

*Nota.* La tabla muestra la lectura de las fisuras presentadas en los anillos de concreto en el día 28 y en el día 49. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 40**

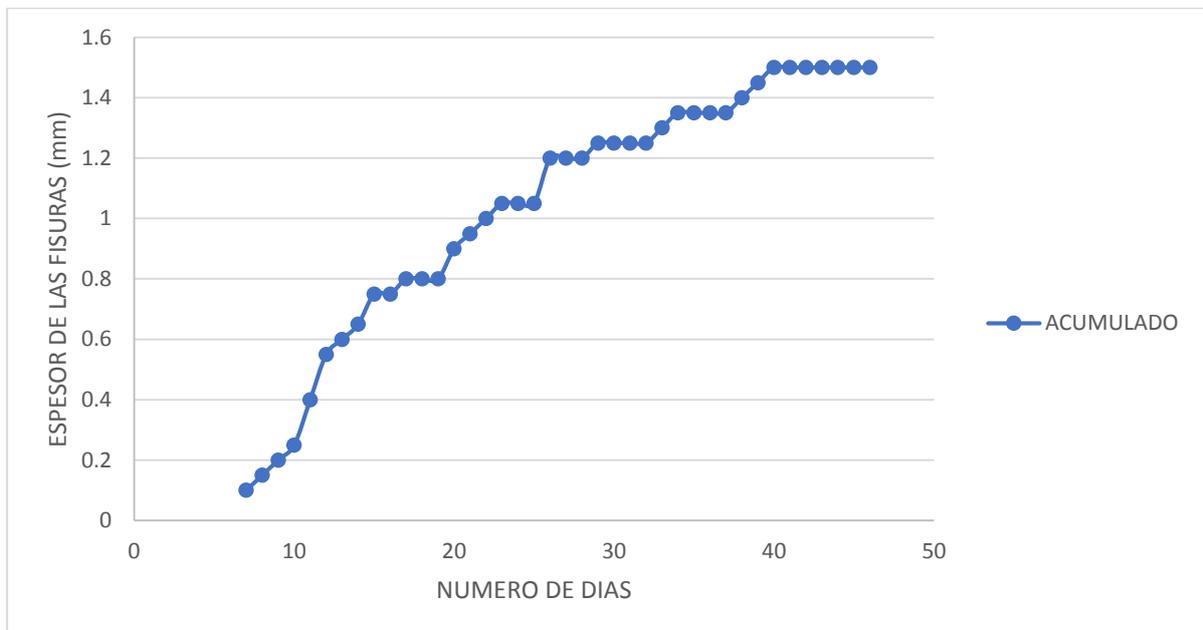
Gráfico de las fisuras de un anillo de concreto.



Nota. La figura muestra el grafico del crecimiento de las fisuras presentadas en los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 41**

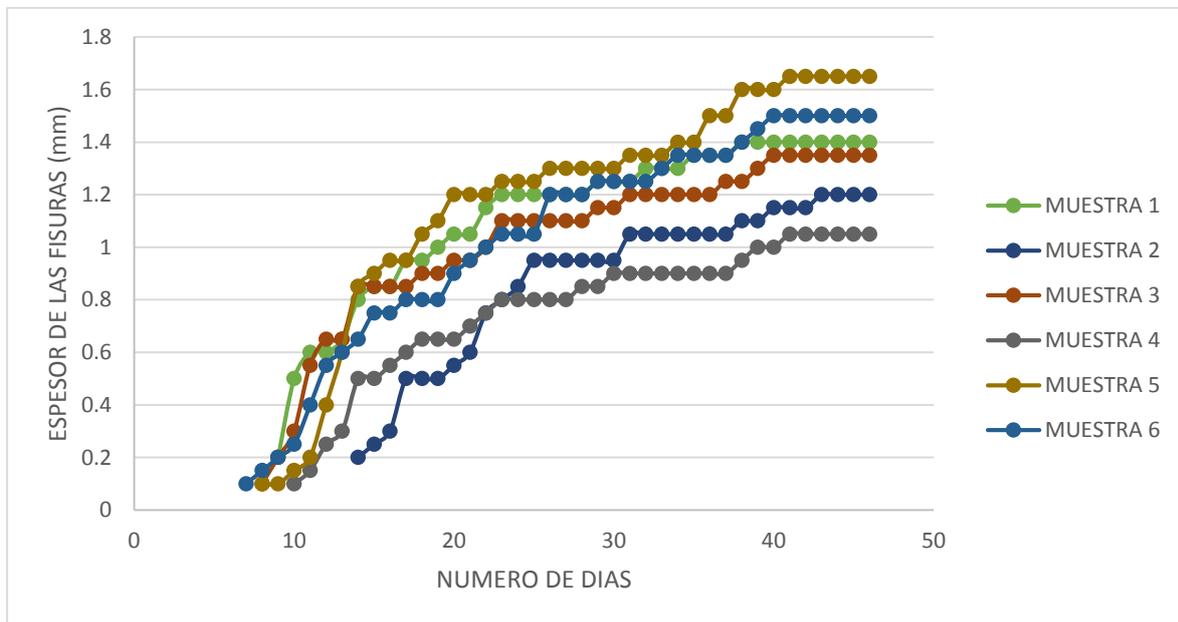
Gráfico de las fisuras acumuladas de un anillo de concreto.



Nota. El grafico muestra las fisuras acumuladas presentadas en un anillo de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 42**

*Gráfico de las fisuras de las muestras de los anillos de concreto.*



*Nota.* La figura muestra el comparativo de los resultados de todos los anillos de concreto.

Fuente: Elaboración Propia.

#### **8.6.4) Lectura de fisuras de los anillos de concreto de resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con un curado sumergido.**

Para este tipo de curado las muestras no presentaron ningún tipo de fisuras a los 28 días de curado, por tanto, no existen registros de fisuras en el anillo de concreto.

**Figura 43**

*Toma de datos de retracción restringida.*



*Nota.* La figura muestra forma de las lecturas de las fisuras de los anillos de concreto. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 44**

*Supervisión de ensayos del revisor y el asesor de tesis.*



*Nota.* La figura muestra la supervisión del asesor y revisor de la tesis al momento de tomar las lecturas de las fisuras. Fuente: Elaboración propia.

### 8.7) Lectura de la compresión de testigos de concreto

Para la lectura de datos de los ensayos de retracción restringida se optó por cuatro tipos de testigos del concreto las cuales se tomó muestras según al curado realizado a los anillos de concreto las cuales son:

- Los testigos de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con un curado sumergido.
- Los testigos de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el curado según la norma NTP 339.212.
- Los testigos de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con un curado sumergido.
- Los testigos de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con el curado según la norma NTP 339.212.

Por tanto, se tiene 4 tipos de roturas de concreto.

Para evaluar estos valores de resistencia se toma el promedio de las roturas de los testigos de concreto mostrados en la siguiente tabla:

**Tabla 88**

*Tabla resumen de la rotura de briquetas.*

<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>280 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA ALCANZADA</b>	<b>RESISTENCIA ALCANZADA</b>
<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>

<b>SUMERGIDO</b>	268.14	330.28
<b>INTEMPERIE</b>	241.42	305.22

*Nota.* La tabla muestra el promedio de las lecturas de las fisuras de la rotura de los anillos de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 45**

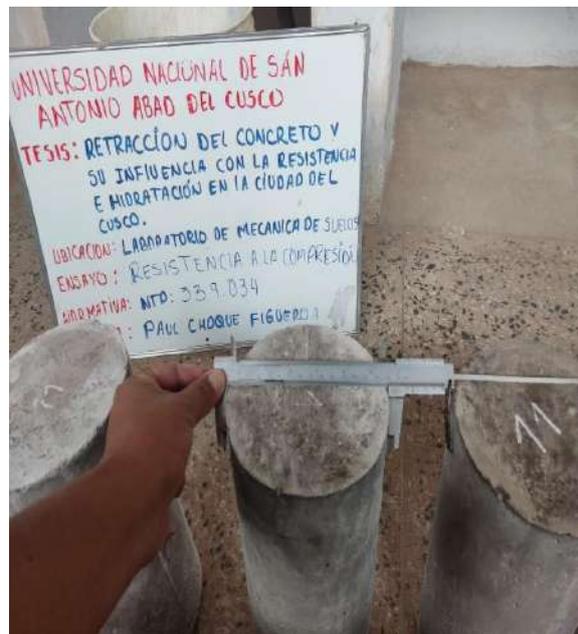
*Preparación del caping para la rotura de briquetas.*



*Nota.* La figura muestra la preparación de los testigos de concreto para su rotura. Fuente: Elaboración propia.

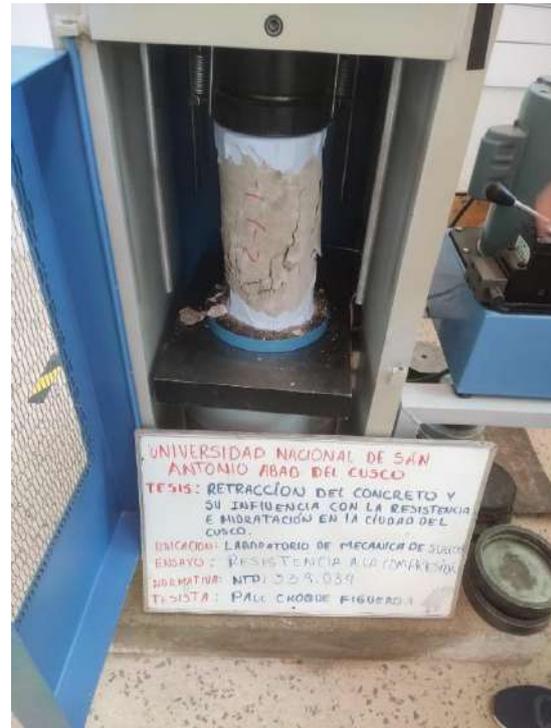
**Figura 46**

*Preparación de las briquetas para la rotura.*



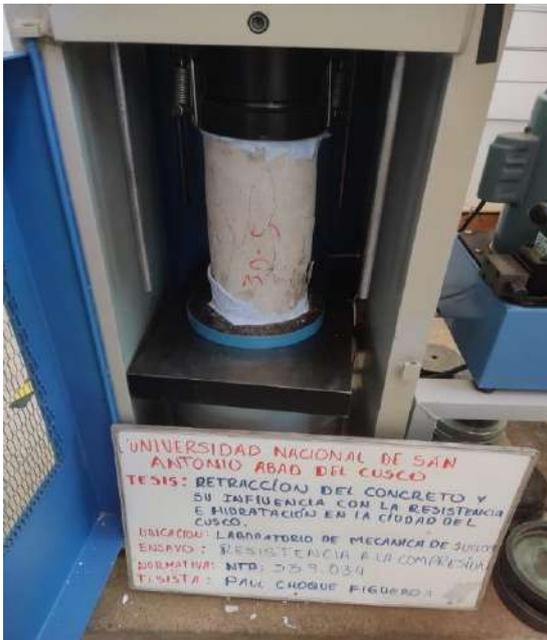
*Nota.* La figura muestra la preparación de los testigos de concreto para su rotura. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 47**  
*Rotura de testigos de concreto.*



*Nota.* La figura muestra la maquina compresora de briquetas con los testigos de concreto a los 7, 14 y 28 días. Fuente: Elaboración propia.

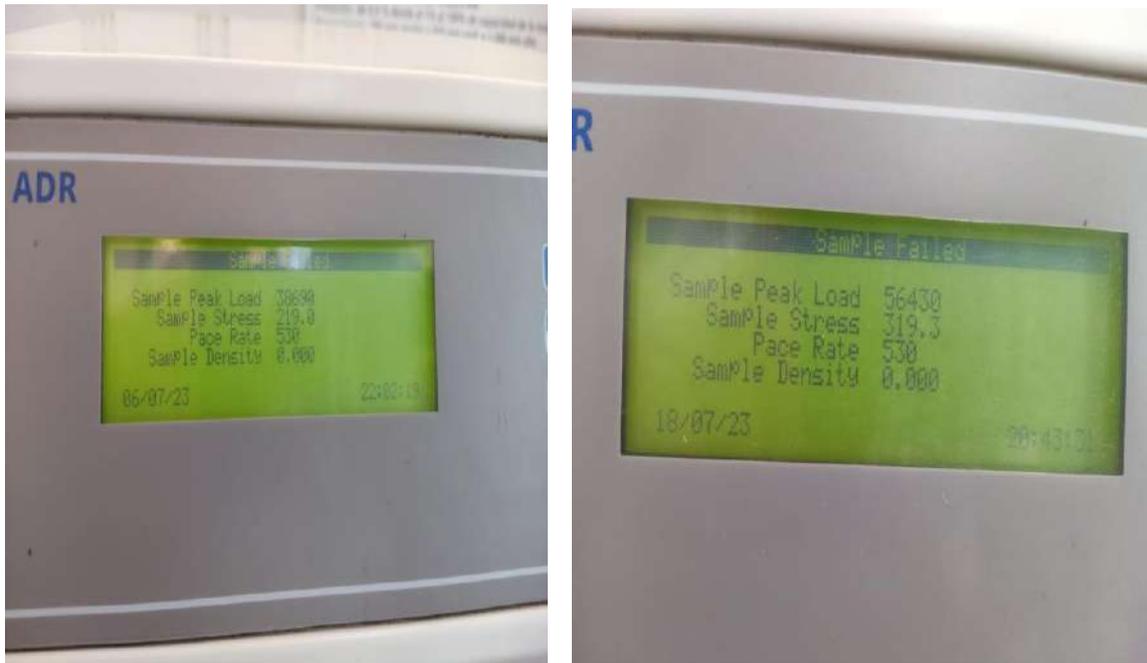
**Figura 48**  
*Rotura de testigos de concreto.*



*Nota.* La figura muestra la maquina compresora de briquetas con los testigos de concreto a los 7, 14 y 28 días. Fuente: Elaboración propia.

### Figura 49

Lectura de datos de la maquina compresora de briquetas.



*Nota.* La figura muestra la maquina compresora de briquetas con los testigos de concreto a los 7, 14 y 28 días. Fuente: Elaboración propia.

### 8.8) Lectura de la temperatura de curado de las muestras

Para las lecturas de las temperaturas de curado de las muestras de concreto se tiene el promedio del antes y el después del cambio de agua, esto con el fin de aumentar la temperatura del agua para un óptimo desarrollo del concreto.

**Tabla 89**

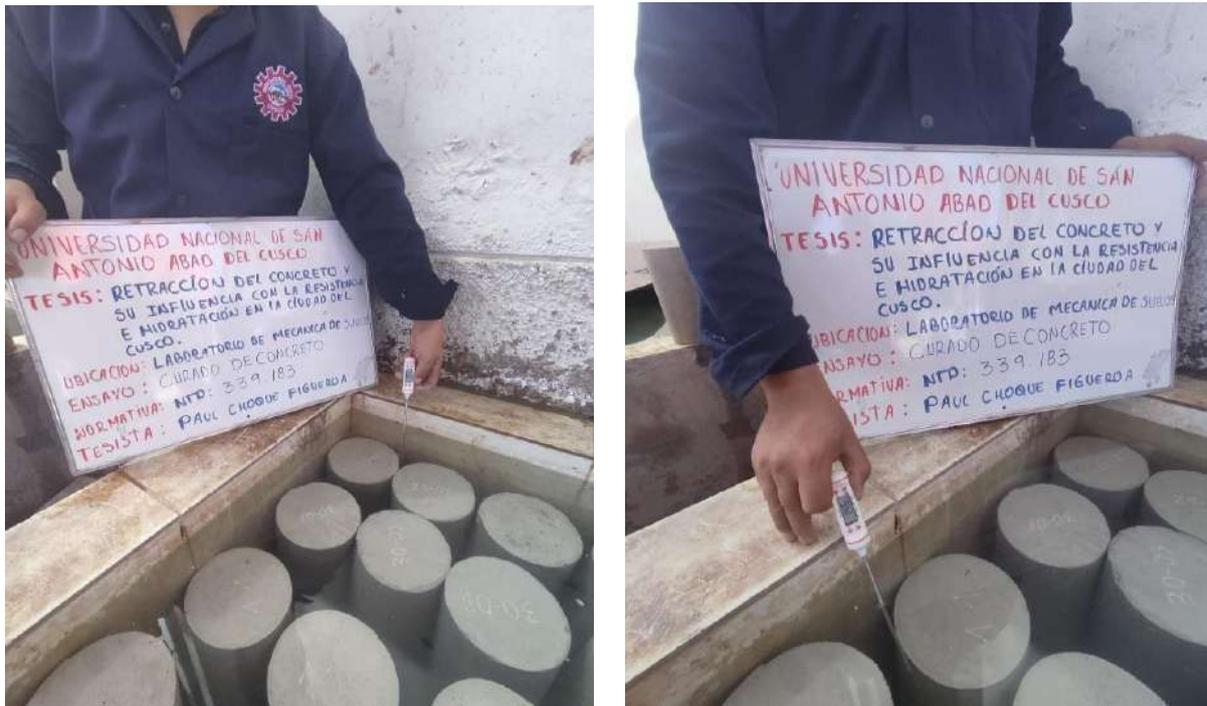
*Promedio de la temperatura de curado.*

	ANTES DEL CAMBIO DE AGUA	DESPUÉS DEL CAMBIO DE AGUA
<b>PROMEDIO DE LA TEMPERATURA DEL AGUA</b>	7.82 °C	13.58 °C

*Nota.* La tabla muestra las lecturas de las temperaturas de curado de las muestras de concreto antes y después del cambio de agua para mejorar las temperaturas de curado. Fuente: Elaboración propia

**Figura 50**

*Toma de datos de temperatura de curado de los testigos de concreto.*



*Nota. La figura muestra las lecturas de las temperaturas de curado de los testigos de concreto.*

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 51**

*Toma de datos del curado de los anillos de concreto.*



*Nota. La figura muestra las lecturas de las temperaturas de curado de los testigos de concreto.*

Fuente: Elaboración propia.

## 9. Resumen de los resultados obtenidos en laboratorio

### 9.1) Lectura de los anillos de concreto con un curado en base a la norma NTP 339.212.

Para un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> se tiene el siguiente cuadro.

**Tabla 90**

*Resumen de los agrietamientos de los anillos de concreto y las edades de agrietamiento.*

Muestra	210 kg/cm <sup>2</sup>			280 kg/cm <sup>2</sup>		
	Primera fisura	Espesor acumulado de fisuras (mm)		Primera fisura	Espesor acumulado de fisuras (mm)	
		28 días	49 días		28 días	49 días
<b>Muestra 1</b>	<b>14</b>	0.950	1.200	<b>9</b>	1.200	1.400
<b>Muestra 2</b>	<b>13</b>	1.150	1.250	<b>12</b>	1.550	1.650
<b>Muestra 3</b>	<b>14</b>	0.900	1.000	<b>8</b>	1.100	1.350
<b>Muestra 4</b>	<b>10</b>	0.850	1.050	<b>10</b>	1.550	1.650
<b>Muestra 5</b>	<b>15</b>	0.500	1.100	<b>8</b>	1.300	1.650
<b>Muestra 6</b>	<b>13</b>	0.800	1.000	<b>7</b>	1.200	1.500
<b>Promedio</b>	<b>13.17</b>	<b>0.858</b>	<b>1.100</b>	<b>9.00</b>	<b>1.317</b>	<b>1.533</b>

*Nota.* La tabla muestra un resumen de los espesores de las fisuras de presentadas en los anillos de concreto, además de la edad de agrietamiento del concreto. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior resumen se tiene la obtención de datos de los días 28 y 49, que fue el último día en el que se dio lectura a las fisuras presentadas en los anillos de concreto, Cabe mencionar que el curado del concreto culminó el día 28 y desde ahí se siguió tomando lecturas de los anillos de concreto sin el curado correspondiente.

Como se observa en la tabla anterior, se tiene que para un concreto con un diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> el espesor de la fisura en promedio de un anillo de concreto es de 0.858 mm a los 28 días y 1.10 mm a los 49 días después del vaciado respectivo.

Así mismo como se observa en la tabla anterior, se tiene que para un concreto con un diseño de mezcla 280 kg/cm<sup>2</sup> el espesor de la fisura en promedio de un anillo de concreto es de 1.317 mm a los 28 días y 1.533 mm a los 49 días después del vaciado respectivo.

Como se observa en los datos obtenidos, la variación del espesor de las fisuras nos muestra un aumento del 53.49% en los espesores de las fisuras cuando se aumenta la resistencia de diseño de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> a 280 kg/cm<sup>2</sup>.

La variación de resultados es debido a que estas fisuras son movimientos espontáneos y explosivos es decir, las fisuras presentadas en los anillos de concreto es la acumulación de la energía por las variaciones de volumen que el concreto presenta y a los cuales el anillo de acero restringe, por tanto, las fisuras se presentan como la liberación de esa energía y como esta liberación de energía son movimientos explosivos, el espesor de las fisuras presentadas en el concreto serán variables independientemente del tipo de concreto con el que se trabaje.

### **9.2) Lectura de los anillos de concreto con un curado en base a la norma NTP 339.212.**

Como observamos en los resultados de ensayos de laboratorio, se tiene que los anillos de concreto que estuvieron sumergidos en agua durante los 28 días de curado no presentaron fisuras de ningún tipo a los **28 días después del vaciado y también en el día 49 después del vaciado**, cabe mencionar que el curado sumergido en agua solo fue hasta el día 28 después del vaciado del concreto.

Entonces tenemos lo siguiente:

- Para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sumergidos en agua.
- Para un concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  sumergidos en agua.

Para un concreto que se encuentra sumergido en agua los 28 días de curado no presentaron fisuras de ningún tipo en los 28 días de curado.

El concreto que se encuentra sumergido en agua está completamente saturado y se encuentra en interacción con el ambiente, por tanto, no presenta la retracción por carbonatación, además que no presenta pérdidas de agua por tanto la resistencia de alcanzada por el concreto será mayor a las fuerzas internas producidas por la variación de volumen, lo que ocasiona que el concreto no se fisure.

- Para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el curado según la norma NTP 339.212.
- Para un concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con el curado según la norma NTP 339.212.

Para el concreto curado según la norma NTP 339.212 las edades de agrietamiento que se presentaron estaban relacionados con la resistencia como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 91***Resumen de las edades de agrietamiento.*

	<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>280 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Edad de agrietamiento (días)</b>	13.17	9

*Nota.* La tabla muestra la edad de agrietamiento del concreto en promedio. Fuente: Elaboración propia.

El concreto que se encuentra curado a la intemperie no se encuentra completamente saturado y se encuentra en interacción con el ambiente, por tanto, presenta la retracción por carbonatación y presenta pérdidas de agua, por tanto, la resistencia de alcanzada por el concreto será menor a las fuerzas internas producidas por la variación de volumen, lo que ocasiona que el concreto se fisure.

### **9.3) Lectura de los testigos de concreto**

Para evaluar estos valores de resistencia tomamos el promedio de las roturas de los testigos de concreto mostrando en la siguiente tabla:

**Tabla 92***Resumen de las resistencias alcanzadas por el concreto a los 28 días.*

	<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>280 kg/cm<sup>2</sup></b>
	<b>RESISTENCIA</b>	<b>RESISTENCIA</b>
	<b>ALCANZADA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>ALCANZADA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>SUMERGIDO</b>	268.14	330.28
<b>INTEMPERIE</b>	241.42	305.22

*Nota.* Se presenta el promedio de las roturas de testigos de concreto y la resistencia alcanzada con los diferentes tipos de curado. Fuente: Elaboración propia.

Cómo se puede observar existe una diferencia de resistencia alcanzada según el tipo de curado realizado en laboratorio, para el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> existe una diferencia del 11 % y para el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> existe una diferencia del 8% para ambos tipos de curado.

Esto se debe a que el concreto que se encuentra sumergido en agua no presenta pérdidas de agua de la relación agua cemento, es decir la mayor parte del agua de diseño reaccionara con el concreto, por tanto, alcanzara una mayor resistencia en comparación con el otro concreto que se encuentra curado a la intemperie.

## 10. Análisis y discusión de resultados

- En base a los objetivos específicos se determina que la resistencia de diseño influye de manera significativa y directamente proporcional a la retracción del concreto como se muestra en los resultados, para un concreto  $210\text{kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$  los espesores de las fisuras presentas son 0.858 mm y 1.317mm respectivamente a los 28 días después del vaciado, además que el curado también influye de manera significativa e inversamente proporcional a la retracción del concreto como se mueran en los resultados, el concreto con un curado sumergido no presento fisuras a los 28 días después del curado, sin embargo las muestras que se curaron en base a la norma NTP 339.212 presentaron fisuras de acuerdo a la resistencia de diseño, por otra parte según (ACI 224R, 2001) determina que concreto tiende a contraerse debido al secado siempre que sus superficies están expuestas al aire de baja humedad relativa o vientos fuertes. Debido a que varios tipos de restricción impiden que el concreto se contraiga libremente, se debe esperar que se produzcan grietas, a menos que la humedad relativa ambiental se mantenga cerca del 100%, La auto desecación es un problema en concreto con bajo contenido de a/c en condiciones selladas en las que los poros se secan y la hidratación se ralentiza. La deformación por contracción autógena suele ser de aproximadamente 40 a 100  $10^{-6}$  mm y la contracción autógena aumenta con el aumento de la temperatura, el contenido de cemento y la finura del cemento, por otra parte (Cortés, 2022) indica que los concretos de alta resistencia con relaciones agua-cemento inferiores a 0,40 y resistencias medias experimentan una contracción autógena significativa y que la magnitud de la contracción autógena también depende de la disponibilidad de humedad durante el curado temprano.
- Según los datos de los resultados de la investigación se tiene que para un concreto con un diseño de mezcla  $210\text{kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$  los espesores de las fisuras en el día 28 son 0.858 mm y 1.317mm respectivamente y los espesores de las fisuras en el día 49 son 1.100mm y 1.533mm respectivamente, por otra parte en la tesis (Coila & Loaiza, 2015) en la tesis denominada influencia de la relación agua cemento y el agregado fino en la retracción para concretos en Arequipa, se tiene un resultado para el concreto con una resistencia alcanzada de  $205.56\text{ kg/cm}^2$  el espesor de las fisuras alcanzadas a los 28 días de curado son de 0.55mm y para el concreto con una resistencia alcanzada de  $291.46\text{ kg/cm}^2$  el espesor de las fisuras alcanzadas a los 28 días de curado fue de 0.80 mm, esta variación de disminución de los espesores de las fisuras se debe a la variación de condiciones ambientales a las que se trabajó ambos ensayos.

- Según los datos obtenidos en los resultados de la investigación se tiene que el concreto con un diseño de mezcla  $210\text{kg}/\text{cm}^2$  y  $280\text{kg}/\text{cm}^2$  que tuvo un curado sumergido no presento fisuras y el concreto curado bajo la norma NTP 339.212 presentaron fisuras de acuerdo a la resistencia de diseño mostradas en el objetivo específico uno (1), por otra parte en el artículo Yanchun et al (2023) en el artículo de título Un modelo numérico para predecir el comportamiento de contracción por secado del hormigón en condiciones de humedad relativa ultrajaba trabajo en condiciones de humedad relativa menores al 20% obteniendo los resultados de 0.4790 mm para un concreto con una humedad relativa mayores al 80% y 0.8111mm para un concreto curado bajo una humedad relativa del 20%, es decir mientras más baja sea la humedad relativa a la que se cura el concreto la retracción aumenta, es una relación inversamente proporcional Y por otra parte en el artículo Yanlei et al (2022) en el artículo Experimento de contracción temprana del hormigón y ley de desarrollo de su campo de temperatura y humedad en un entorno natural, Los resultados experimentales de este artículo indican que las condiciones de curado de aumento de humedad y disminución de humedad-calor respectivamente reducen la deformación por contracción del hormigón en un 30,7% y 11,3% en comparación con la condición de intercambio de calor-humedad a la edad de 125 días, en este artículo se determinó que mientras se disminuye la humedad y aumenta el calor de curado la retracción se incrementa.
- Según los datos obtenidos en los resultados de la investigación se tiene el concreto con un diseño de mezcla  $210\text{kg}/\text{cm}^2$  curado de dos maneras, el primero con un curado mediante la NTP 339.212 y el segundo con un curado sumergido en agua existiendo un aumento en la resistencia alcanzada del 11% con respecto al primer tipo de curado y el concreto con un diseño de mezcla  $280\text{kg}/\text{cm}^2$  curado de igual forma de dos maneras, el primero con un curado mediante la NTP 339.212 y el segundo con un curado sumergido en agua existiendo un aumento en la resistencia alcanzada del 8% con respecto al primer tipo de curado, por otra parte en el artículo (Tejada & Cordova, Influencia del curado por inmersión a la intemperie en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Quibdó – Chocó, 2022) de título Influencia del curado por inmersión a la intemperie en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Quibdó – Chocó, el curado sumergido en agua supera en un 5.37% al curado a la intemperie, esta variación de resultados se debe a las variaciones de temperatura en el lugar de trabajo, la ciudad de Quibdó – Chocó presenta un clima cálido en la que las temperaturas varían de  $21^{\circ}\text{C}$  y  $34^{\circ}\text{C}$  por lo que el concreto se comporta de diferente manera.

## **11. Conclusiones y recomendaciones**

### **11.1 Conclusiones**

#### **11.1.1) Para el objetivo general**

Se analiza en base a los resultados obtenidos, para un concreto  $210\text{kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$  los espesores de las fisuras presentas son 0.858 mm y 1.317mm respectivamente a los 28 días después del vaciado, y el concreto con un curado sumergido no presento fisuras a los 28 días después del curado, sin embargo las muestras que se curaron en base a la norma NTP 339.212 presentaron fisuras de acuerdo a la resistencia de diseño, por lo que se concluye que la resistencia de diseño influye de manera directa y significativamente a la retracción del concreto y que el curado también influye de manera inversa y significativamente a la retracción del concreto.

#### **11.1.2) Para el objetivo específico 1**

Se determina mediante los resultados de la investigación que a medida que aumenta la resistencia de diseño del concreto también aumenta la retracción, el concreto con un diseño de mezcla  $210\text{kg/cm}^2$  tuvo un espesor de las fisuras de 0.858 mm a los 28 días después del vaciado y 1.100 mm en el día 49 después del vaciado iniciándose la primera fisura en promedio el día 13, el concreto con un diseño de mezcla  $280\text{kg/cm}^2$  tuvo un espesor de las fisuras de 1.317 mm a los 28 días después del vaciado y 1.533 mm en el día 49 después del vaciado iniciándose la primera fisura en promedio el día 9, por lo que se concluye que la resistencia de diseño influye de manera directa a la retracción del concreto.

#### **11.1.3) Para el objetivo específico 2**

Se determina mediante los resultados de la investigación que un curado sumergido en agua 28 días después del vaciado no presenta fisuras en los anillos de concreto, sin embargo, el concreto curado bajo la norma NTP 339.212 presento fisuras de acuerdo a la resistencia de diseño, por lo que se concluye que el curado del concreto influye de manera inversa a la retracción del concreto.

#### **11.1.4) Para el objetivo específico 3**

Se determina mediante los resultados de la investigación que el curado sumergido en agua supero al curado mediante a la norma NTP 339.212 en un 11% y 8% para los diseños de mezcla  $210\text{kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$  respectivamente, por lo que se concluye que el curado del concreto influye de manera directa a la resistencia alcanzada por el concreto.

## 11.2) recomendaciones

- Establecidas las conclusiones de esta investigación se recomienda: tener un mayor cuidado al trabajar con concretos de mayores resistencias ya que necesita un tratamiento más adecuado a lo largo del curado, así como durante los primeros días que surge la mayoría de tipos de retracción.
- Para tener una mejor calidad del concreto y minimizar la retracción se recomienda realizar un adecuado curado, puesto que como se determinó en el desarrollo de esta tesis la retracción que presente el concreto dependerá del curado que el concreto reciba.
- Así como la retracción del concreto depende del curado que reciba, la resistencia alcanzada por el concreto después del periodo de curado también depende del curado que reciba durante este tiempo, por lo que se recomienda realizar un tratamiento adecuado al concreto para así poder llegar a la resistencia de diseño.
- Por último, ya que estos dos factores las cuales son resistencia de diseño y el curado del concreto afectan de manera significativa a la retracción del concreto, se recomienda realizar de mejor manera el curado del concreto ya que el curado es fundamental e importante para obtener un concreto de mayor calidad.

## 11. Referencias bibliográficas

- ACI 214. (2011). *GUIA PARA LA EVALUACION DE REESULTADOS DE LA PRUEVA DE RESISTENCIA DEL COCNRETO.*
- ACI 224R. (2001). *Control de Fisuraciones en Estructuras de Concreto.*
- Aguirrebeitia, A. S., & Chiaro, R. G. (2010). *Tecnología del Hormigon Avanzada.* santiago, Chile: edicionesuc.
- Aladin, M. F., & Silva, L. M. (2019). *Identificacion de fuentes de agregados para Pavimentos.* Cali, Colombia.
- American Concrete Institute. (2023). *Concrete.* Obtenido de <https://www.concrete.org/>
- ASTM C-1581. (2004). *Standard Test Method for Determining Age at Cracking and Induced Tensile Stress Characteristics of Mortar and Concrete under Restrained Shrinkage.*
- ASTM International. (2021). *Concrete.* Obtenido de <https://www.astm.org/>
- Baena, P. G. (2017). *Metodología de la Investigacion.*
- Calvo, G. I., & Buitrago, N. R. (12 de junio de 2022). *El concreto asfaltico Visto bajo el microscopio.* Bogota, Colombia.
- CASTILLO, F. A. (2016). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO.* LIMA.
- Ccama, F. L. (2021). *Control de fisuramiento por retracción plástica en pavimentos de concreto usando aditivo resina raquis de plátano, La convención, Cusco, 2021.* Universidad Cesar Vallejo, Lima , peru.
- Coila, T. N., & Loaiza, C. j. (2015). *INFLUENCIA DE LA RELACION AGUA CEMENTO Y EL AGREGADO FINO EN LA RETRACCION Y/O CONTRACCION PARA CONCRETOS EN AREQUIPA.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN, AREQUIPA.

- Comision de Reglamentos Tecnicos y comerciales - INDECOPI. (2002). *Norma tecnica peruana NTP 400.037*. Lima: INDECOPI.
- Cortés, J. G. (2022). *Durabilidad del concreto reforzado*. Bogota, D.C Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Duda, W. h. (2021). *CEMENTO MANUAL TECNOLOGICO*. BARCELONA, ESPAÑA.
- Esquivel, D. P., & Ticliahuanca, m. M. (2019). *Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras PET*. Universidad Nacional de Jaen, Jaen.
- García, I. J. (2014). *Diseño de estructura de Concreto Armado (Vol. I)*. Lima, Perú: Macro E.I.R.L.
- GIANI, R., NAVARRETE, B., & BUSTOS, J. (2008). La Retracción Autógena y su Relación con la Tendencia a la Fisuración a Temprana Edad en Pavimentos de Hormigón. *Revista de la Construcción*, 7.
- Gonzales, M. g. (2017). *Análisis de la efectividad en la retracción de concretos al adicionar ceniza volante y un aditivo compensador*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, COLOMBIA.
- Harmsen, T. (2017). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima: Fondo Editorial, Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill.
- Idiart, A. E. (2009). *Coupled analysis of degradation processes in concrete specimens at the meso-level*. UNIVERSITAT POLITECNICAC DE CATALUNYA, CATALUNYA.
- INDECOPI NTP 339.078. (2012). *CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexion del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los*

- tercios del tramo*. Lima: Comisión de Normalización de y Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI.
- Kosmatka, S. H., & Beatrix Kerkhoff, W. C. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*.
- Matallana, R. (2019). *El concreto Fundamentos y nuevas tecnologías*. Bogotá.
- Miao, Y., Wang, H., Zhang, Y., Feng, T., & Lib, Y. (2023). Un modelo numérico para predecir el comportamiento de contracción por secado del hormigón . *CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS* .
- Neville, A. M. (2013). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO*. MEXICO.
- NTP 339.034. (2015). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. Lima - Peru.
- NTP 339.185. (2002). *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima - Peru.
- NTP 339.185. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.212. (2016). *Método de ensayo estándar para determinar la edad del agrietamiento y características del esfuerzo de tensión inducida del mortero y concreto bajo contracción moderada*. Lima - Peru.
- NTP 339.225. (2017). *Materiales laminares para el curado del concreto Requisitos*. Lima - Peru.
- NTP 400.010. (2001). *Aggregados: Extracción y preparación de muestras*.
- NTP 400.017. (2011). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad "peso unitario" y los vacíos de los agregados*. Lima: INDECOPI.

- NTP 400.018. (2002). *Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado Cantidad de 75um (Nº 200) por lavado en agregados*. Lima - Peru.
- NTP 400.019. (2002). *Verificar que el parámetro de desgaste este dentro de los parámetros establecidos, la norma técnica peruana usada en este ensayo fue NTP 400.019 (Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de*. Lima - Peru.
- NTP 400.021. (2018). *Metodo de ensayo normalizado para el peso especifico y absorción del agregado grueso*. Lima.
- NTP 400.022. (2013). *Metodo de ensayo normalizado para peso especifico y adsorción del agregado fino*. Lima.
- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., & Gilberto, V. (2014). *Manual del concreto estructural Conforme a la Norma COVENIN 1753:2003*. Caracas: PAG Marketing Soluciones.
- Portland Cement Association. (2022). *Design and Control of Concrete Mixtures*. Obtenido de <https://www.cement.org/>
- Rafales, J. A., & Corella, M. C. (2016). *Tecnología de los Materiales en Ingeniería*. SINTESIS.
- Rivva, E. (2014). *CONCRETO: Materiales para el concreto*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia ICG.
- Rivva, E. (2014). *CONCRETO: Materiales para el concreto*. Lima, Peru: Instituto de la Construcción y Gerencia ICG.
- Rivva, E. (2014). *CONCRETO: Materiales para el concreto*. Lima, Peru: instituto de la construcción y gerencia ICG.
- Roca, T. M. (2019). *Análisis del concreto al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST para evaluar la efectividad de retracción en el desempeño del pavimento – San Martín de Porres, 2019*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.

- Tejada, L., & Cordoba, J. (2022). Influencia del curado por inmersión a la intemperie en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Quibdó – Chocó. *INGENIERIA Y COMPETITIVIDAD*.
- Tejada, L., & Córdoba, J. (2022). Influencia del curado por inmersión a la intemperie en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Quibdó – Chocó. *Ingeniería y Competitividad*, 25(2).
- Tejada, L., & Cordova, J. (2022). Influencia del curado por inmersión a la intemperie en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Quibdó – Chocó. *INGENIERIA Y COMPETITIVIDAD*.
- Terreros, L. (2016). *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo*.
- Velez, G. A. (2016). Influencia de la contracción autógena en las propiedades de transporte de masa del concreto. *MASKANA*, 7.
- Wang, J.-Y., Bian, C., Xiao, R.-C., & MA, B. (2019). restrained shrinkage mechanisms of ultra high performance concrete. *Korean Society of civil Engineers*.
- wang, Y., Zhua, J., Guo, Y., & Wang, C. (2022). Experimento de contracción temprana del hormigón y ley de desarrollo de su campo de temperatura y humedad en un entorno natural. *BULDING ENGINEERING*.
- Zhang, P.-m., & He, Z.-h. (2018). Aplicacion de aditivos reductores de contracción en concreto. *CONTRUCTION AND BULDING MATERIALS*.

## 12. Anexos

### Anexo 1: Matriz de consistencia.

Título: “ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL CURADO Y LA RESISTENCIA  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  Y  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$  EN LA RETRACCIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023”

PROBLEMAS GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGIA
PG: ¿De qué manera influye el curado y la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023?	OG: Analizar la influencia del curado y la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023.	HG: La resistencia y curado influye significativamente, de manera directa e inversa respectivamente en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023.	<b>Variable dependiente:</b> Retracción del concreto	<b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> Explicativo <b>Diseño:</b> Experimental <b>Tamaño de la muestra:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 muestras de los anillos de concreto con un diseño de mezcla <math>210\text{ kg/cm}^2</math>, curados mediante la norma NTP 339.212.</li> <li>• 3 muestras de los anillos de concreto con un diseño de mezcla <math>210\text{ kg/cm}^2</math>, mediante un curado sumergido en agua.</li> <li>• 6 muestras de los anillos de concreto con un diseño de mezcla <math>280\text{ kg/cm}^2</math>, curados mediante la norma NTP 339.212.</li> <li>• 3 muestras de los anillos de concreto con un diseño de mezcla <math>280\text{ kg/cm}^2</math>, mediante un curado sumergido en agua</li> </ul> <b>Técnica e instrumentos de recolección de datos:</b> Ficha de observación
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variables independientes:	
PE1: ¿Cuál es la influencia del curado en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023?	OE1: Determinar la influencia del curado en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023.	HE 1: La resistencia influye de manera significativa y directa en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia</li> <li>• Curado</li> </ul>	
PE2: ¿Cómo afecta la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023?	OE2: Establecer la influencia de la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023.	HE 2: El curado influye de manera significativa e inversa en la retracción del concreto en la ciudad del Cusco, 2023.		
PE3: ¿De qué manera influye el curado en la resistencia alcanzada por el concreto en la ciudad del Cusco, 2023?	OE3: Determinar la influencia del curado en la resistencia alcanzada por el concreto en la ciudad del Cusco, 2023	HE 3: El curado influye de manera significativa e inversa en la resistencia del concreto en la ciudad del Cusco		

## Anexo 2: Instrumentos de medición y base de datos

Para los ensayos a los agregados finos y gruesos.

**Figura 52**

*Ficha de observación 1 de análisis granulométrico del agregado fino.*

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
TESIS:	<b>ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>
TESISTA:	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA
CANTERA:	
FECHA:	
NORMA	NTP 400.012
ENSAYO:	ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO FINO

Datos	Peso
Recipiente	

Tamiz	Diametro (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	Huso	
						inferior	superior
3/8"	9.5	-	-	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Nº 4	4.75	412.24	0.18	17.99%	82.01%	95.00%	100.00%
Nº 8	2.36	632.67	0.28	45.59%	54.41%	80.00%	100.00%
Nº 16	1.18	484.79	0.21	66.74%	33.26%	50.00%	85.00%
Nº 30	0.6	351.15	0.15	82.06%	17.94%	25.00%	60.00%
Nº 50	0.3	244.67	0.11	92.74%	7.26%	5.00%	30.00%
Nº 100	0.15	121.65	0.05	98.05%	1.95%	0.00%	10.00%
Nº 200	0.075	34.67	0.02	99.56%	0.44%		
Bandeja		7.15	0.00	99.87%			
suma		2,288.99	1.00				

Fuente: Elaboración Propia.

### Figura 53

Ficha de observación 2 de análisis granulométrico corregido del agregado fino.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
TESIS:	<b>ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>
TESISTA :	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA
CANTERA:	
FECHA:	
NORMA	<b>NTP 400.012</b>
ENSAYO:	<b>ANALISIS GRANULOMETRICO CORREGIDO - AGREGADO FINO</b>

Datos	Peso
Recipiente	

Tamiz	Diametro (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	Huso	
						inferior	superior
3/8"	9.5	-	-	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Nº 4	4.75	22.48	0.02	2.20%	97.80%	95.00%	100.00%
Nº 8	2.36	34.59	0.03	5.59%	94.41%	80.00%	100.00%
Nº 16	1.18	172.45	0.17	22.49%	77.51%	50.00%	85.00%
Nº 30	0.6	235.44	0.23	45.57%	54.43%	25.00%	60.00%
Nº 50	0.3	310.81	0.30	76.03%	23.97%	5.00%	30.00%
Nº 100	0.15	221.33	0.22	97.72%	2.28%	0.00%	10.00%
Nº 200	0.075	19.44	0.02	99.62%	0.38%		
Bandeja		2.36	0.00	99.85%			
suma		1,018.90	1.00				

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 54**

*Ficha de observación 3 de análisis granulométrico del agregado grueso.*

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
TESIS:	<b>ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>
TESISTA:	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA
CANTERA:	
FECHA:	
NORMA	NTP 400.012
ENSAYO:	ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO GRUESO

Datos	Peso
Recipiente	

Tamiz	Diametro (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	Huso	
						inferior	superior
1"	25	-	-	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4"	19	143.92	0.06	6.03%	93.97%	100.00%	100.00%
1/2"	12.5	1,019.81	0.43	48.73%	51.27%	90.00%	100.00%
3/8"	9.5	563.62	0.24	72.34%	27.66%	40.00%	70.00%
Nº 4	4.75	556.09	0.23	95.62%	4.38%	0.00%	15.00%
Nº 8	2.36	10.55	0.00	96.06%	3.94%	0.00%	5.00%
Bandeja		0.18	0.00	96.09%			
suma		2,294.52	0.96				

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 55**

*Ficha de observación 4 de análisis granulométrico del agregado grueso.*

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
TESIS:	<b>ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>
TESISTA:	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA
CANTERA:	
FECHA:	
NORMA	<b>NTP 400.012</b>
ENSAYO:	<b>ANALISIS GRANULOMETRICO CORREGIDO - AGREGADO GRUESO</b>

Datos	Peso
Recipiente	

Tamiz	Diametro (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	Huso	
						inferior	superior
1"	25	-	-	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4"	19	158.36	0.08	8.11%	91.89%	90.00%	100.00%
1/2"	12.5	1,269.61	0.65	73.11%	26.89%	40.00%	70.00%
3/8"	9.5	465.36	0.24	96.93%	3.07%	0.00%	15.00%
Nº 4	4.75	59.06	0.03	99.96%	0.04%	0.00%	5.00%
Nº 8	2.36	-	-	99.96%	0.04%		
Bandeja		-	-	99.96%			
Suma		1,952.39	1.00				

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 56**

*Ficha de observación 5 de ensayo de abrasión los ángeles.*

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
TESIS:	<b>ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>
TESISTA :	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA
CANTERA:	
FECHA:	
NORMA	<b>NTP 400.019</b>
ENSAYO:	<b>Ensayo De Abrasión Los Angeles Al Desgaste De Los Agregados De Tamaños Menores De (1 ½")</b>

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO					
Datos	Peso		DATOS	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Recipiente					
			Peso de la muestra de 3/4" (gr)	2,500.00	2,500.00
			Peso de la muestra de 1/2" (gr)	2,500.00	2,500.00
			Gradación	B	B
			Peso del material retenido en el tamiz N°12	4,008.96	3,985.19
			Peso del material que pasa el tamiz N°12	991.04	1,014.81
			Peso del material seco al horno	3,970.27	3,975.26
			PORCENTAJE DE ABRASIÓN	0.20	0.20

Fuente: Elaboración Propia.

### Figura 57

Ficha de observación 6 de ensayo del contenido de humedad.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>E SCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
TE SIS:	<b>ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>
TE SISTA:	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA
CANTERA:	
FECHA:	
NORMA:	<b>NTP 339.185</b>
ENSAYO:	<b>Método De Ensayo Para Contenido De Humedad Total De Los Agregados Por Secado</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO						
Datos	Peso		DATOS	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Recipiente			Peso de Capsula (gr)	59.18	58.17	59.53
formula	$P = \frac{(W - D)}{D} \cdot 100$		Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	213.96	191.25	210.01
			Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	213.08	190.47	209.05
			Peso de l Agua (gr)	0.88	0.78	0.96
			Peso de la Muestra Seca (gr)	153.90	132.30	149.52
			Contenido de Humedad	0.57%	0.59%	0.64%

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO						
Datos	Peso		DATOS	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Recipiente			Peso de Capsula (gr)	54.55	57.96	56.15
formula	$P = \frac{(W - D)}{D} \cdot 100$		Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	179.74	187.48	191.64
			Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	178.07	185.74	189.77
			Peso de l Agua (gr)	1.67	1.74	1.87
			Peso de la Muestra Seca (gr)	123.52	127.78	133.62
			Contenido de Humedad	1.35%	1.36%	1.40%

Fuente: Elaboración Propia.

### Figura 58

Ficha de observación 7 de ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
TESIS:	<b>ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>
TESISTA:	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA
CANTERA:	
FECHA:	
NORMA:	<b>NTP 400.022</b>
ENSAYO:	<b>Peso específico y absorción del agregado fino</b>

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO						
Datos	Peso		DATOS	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Recipiente			Peso del agregado fino.	108.34 g		
formula	$Pem = \frac{A}{(B - C)} * 100$		Peso del matraz con contenido de	675.88 g		
			Peso del matraz más agua más el agregado fino	744.58 g		
formula	$Ab\% = \frac{B - A}{A} * 100$		Peso Específico	2.73 g/cm <sup>3</sup>		
			Peso de la muestra saturada	133.92 g	120.44 g	128.75 g
			Peso de la muestra seca al horno	130.22 g	117.09 g	125.04 g
			% De absorción	2.84%	2.86%	2.97%

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 59**

Ficha de observación 8 de ensayo del peso específico y absorción del agregado fino.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>INGENIERIA CIVIL</b>		<b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>			
TESIS:	<b>ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>				
TESISTA:	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA				
CANTERA:					
FECHA:					
NORMA:	NTP 400.021				
ENSAYO:	Peso específico y absorción del agregado grueso				

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO						
Datos	Peso		DATOS	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Recipiente			Peso de la Muestra Seca (gr)	2792.05	2546.32	2856.35
formula	$P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_{ca})} \cdot 100$		Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	2847.88	2599.52	2866.55
			Peso en el agua de la muestra saturada (gr)	1754.1	1593.52	1806.55
formula	$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \cdot 100$		Peso Específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.55	2.53	2.69
			Peso Específico de masa saturada con superficie seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.6	2.58	2.7
			Absorción	1.96%	2.05%	0.36%
			Peso Específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.692	2.674	2.723

Fuente: Elaboración Propia.

### Figura 60

Ficha de observación 9 de ensayo del peso unitario suelto del agregado fino.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
TESIS:	<b>ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>
TESISTA:	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA
CANTERA:	Cunyac y Vicho
FECHA:	
NORMA	NTP 400.017
ENSAYO:	<b>Peso Unitario y Vacíos de los Agregados.</b>

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO					
Datos	Peso	DATOS	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Recipiente		Peso del Molde (gr)	4,229.35	4,229.35	4,229.35
formula	$M = \frac{(G - T)}{V}$	Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	5,720.00	5,790.00	5,750.00
		Peso de la Muestra Suelta (gr)	1,490.65	1,560.65	1,520.65
		Altura del Molde (cm)	10.17	10.17	10.17
		Diámetro del Molde (cm)	11.68	11.68	11.68
		Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	1,089.67	1,089.67	1,089.67
		Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.37	1.43	1.40

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 61**

Ficha de observación 10 de ensayo del peso unitario compactado del agregado fino.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>		<b>ESCUELA</b>	
TESIS:	<b>ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>		
TESISTA:	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA		
CANTERA:	Cunyac y Vicho		
FECHA:			
NORMA	NTP 400.017		
ENSAYO:	Peso Unitario y Vacíos de los Agregados.		

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO					
Datos	Peso	DATOS	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Recipiente		Peso del Molde (gr)	4,229.35	4,229.35	4,229.35
formula	$M = \frac{(G - T)}{V}$	Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	5,860.00	5,889.00	5,890.00
		Peso de la Muestra Suelta (gr)	1,630.65	1,659.65	1,660.65
		Altura del Molde (cm)	10.17	10.17	10.17
		Diámetro del Molde (cm)	11.68	11.68	11.68
		Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	1,089.67	1,089.67	1,089.67
		Peso Unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.50	1.52	1.52
		Peso Unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1,496.46	1,523.07	1,523.99

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 62**

Ficha de observación 11 de ensayo del peso unitario suelto del agregado grueso.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>		<b>ESCUELA</b>	
TESIS:	<b>ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>		
TESISTA:	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA		
CANTERA:	Vicho		
FECHA:			
NORMA:	NTP 400.017		
ENSAYO:	Peso Unitario y Vacíos de los Agregados.		

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO					
Datos	Peso	DATOS	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Recipiente		Peso del Molde (gr)	6,500.00	6,500.00	6,500.00
formula	$M = \frac{(G - T)}{V}$	Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	9,700.00	9,700.00	9,600.00
		Peso de la Muestra Suelta (gr)	3,200.00	3,200.00	3,100.00
		Altura del Molde (cm)	11.68	11.68	11.68
		Diámetro del Molde (cm)	15.28	15.28	15.28
		Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,141.80	2,141.80	2,141.80
		Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.49	1.49	1.45
		Peso Unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1,494.07	1,494.07	1,447.38

Fuente: Elaboración Propia.

### Figura 63

Ficha de observación 12 de ensayo del peso unitario compactado del agregado grueso.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
TESIS:	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023
TESISTA:	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA
CANTERA:	Vicho
FECHA:	
NORMA:	NTP 400.017
ENSAYO:	Peso Unitario y Vacíos de los Agregados.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO					
Datos	Peso	DATOS	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Recipiente		Número de Capas	3.00	3.00	3.00
formula	$M = \frac{(G - T)}{V}$	Número de Golpes	25.00	25.00	25.00
		Peso del Molde (gr)	6,500.00	6,500.00	6,500.00
		Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	9,850.00	9,890.00	9,870.00
		Altura del Molde (cm)	11.68	11.68	11.68
		Diámetro del Molde (cm)	15.28	15.28	15.28
		Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,141.80	2,141.80	2,141.80
		Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.56	1.58	1.57
		Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1,564.10	1,582.78	1,573.44

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 64**

Ficha de observación 13 de ensayo del material que pasa el tamiz N°200.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
TESIS:	<b>ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>
TESISTA:	BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA
CANTERA:	Vicho
FECHA:	
NORMA	NTP 400.018
ENSAYO:	Cantidad De Material Fino Que Pasa El Tamiz De 75 µm (N° 200) Por Lavado

Datos	Peso
Recipiente	123.5
formula	$A = \frac{B - C}{B} \cdot 100$

DATOS DEL LAVADO DEL MATERIAL	
ANTES DEL LAVADO	
Peso de la Muestra Seca (gr)	721.2
DESPUÉS DEL LAVADO	
Peso de la Muestra Seca (gr)	670.33
Peso del Residuo Filtrado Seco (gr)	50.87
MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200	
Material que pasa el tamiz N° 200 (gr)	50.87
<b>Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200</b>	<b>7.05%</b>

Fuente: Elaboración Propia.









**Para el ensayo de compresión de testigos de concreto**

**Figura 69**

*Ficha de observación 18 de rotura de testigos de concreto a los 7 días después del vaciado.*

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b>										FIC - LMSM - 04		Ficha N°				
	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>										1.02						
	ENSAYOS DE COMPRESIÓN - TRACCIÓN - FLEXIÓN																
<b>RESPONSABLE (S):</b>												<b>PAUL CHOQUE FIGUEROA</b>					
<b>CÓDIGO:</b> 120669				<b>CELULAR:</b> 925781191				<b>FIRMA:</b>									
<b>CURSO / TESIS:</b>				<b>RETRACCION DEL CONCRETO Y SU INFLUENCIA CON LA RESISTENCIA E HIDRATAACION EN LA CIUDAD DEL CUSCO.</b>													
<b>ENSAYO:</b>				<b>COMPRESION DE BRIQUETAS</b>													
<b>MATERIAL:</b>				<b>CONCRETO</b>													
<b>ELEMENTO (S):</b>																	
<b>VELOCIDAD DE ENSAYO:</b>																	
<b>MAQUINA DE ENSAYO:</b>				<b>MAQUINA PARA COMPRESION DE BRIQUETAS</b>													
<b>RESPONSABLE DE EQUIPO:</b>																	
N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA								FECHA		DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	MASA (g)	CARGA MÁXIMA (kg)	CARGA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	
									MOLDEO	ENSAYO							
1	1	6	-	6	S	-	2	1	16/03/2023	26/06/2023	14.90	30.05	174.37	12.20	31980.00	183.41	
2	1	6	-	6	S	-	2	1	16/03/2023	26/06/2023	14.80	29.90	172.03	12.20	32650.00	189.79	
3	1	6	-	6	S	-	2	1	16/03/2023	26/06/2023	15.00	29.80	176.71	12.20	33010.00	186.80	
4	1	6	-	6	I	-	2	1	16/03/2023	26/06/2023	15.00	29.85	176.71	12.20	30620.00	173.27	
5	1	6	-	6	I	-	2	1	16/03/2023	26/06/2023	14.95	29.70	175.54	12.20	30110.00	171.53	
6	1	6	-	6	I	-	2	1	16/03/2023	26/06/2023	14.95	29.75	175.54	12.10	29850.00	170.05	
7	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	26/06/2023	15.00	29.85	176.71	12.00	40900.00	231.45	
8	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	26/06/2023	14.95	29.80	175.54	12.10	38570.00	219.72	
9	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	26/06/2023	15.05	29.85	177.89	12.00	40210.00	226.03	
10	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	26/06/2023	15.00	29.95	176.71	12.20	38550.00	218.15	
11	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	26/06/2023	15.10	29.50	179.08	12.10	36840.00	205.72	
12	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	26/06/2023	15.05	29.85	177.89	12.50	37660.00	211.70	
OBSERVACIONES:.....																	

Fuente: Elaboración Propia.

### Figura 70

Ficha de observación 19 de rotura de testigos de concreto a los 14 días después del vaciado.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b>								FIC - LMSM - 04			Ficha N°		
	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>								1.02					
	ENSAYOS DE COMPRESIÓN - TRACCIÓN - FLEXIÓN													

<b>RESPONSABLE (S):</b>	<b>PAUL CHOQUE FIGUEROA</b>														
<b>CÓDIGO:</b> 120669	<b>CELULAR:</b> 925781191					<b>FIRMA:</b>									
<b>CURSO / TESIS:</b>	<b>RETRACCION DEL CONCRETO Y SU INFLUENCIA CON LA RESISTENCIA E HIDRATACION EN LA CIUDAD DEL CUSCO.</b>														
<b>ENSAYO:</b>	<b>COMPRESION DE BRIQUETAS</b>														
<b>MATERIAL:</b>	<b>CONCRETO</b>														
<b>ELEMENTO (S):</b>															
<b>VELOCIDAD DE ENSAYO:</b>															
<b>MAQUINA DE ENSAYO:</b>	<b>MAQUINA PARA COMPRESION DE BRIQUETAS</b>														
<b>RESPONSABLE DE EQUIPO:</b>															

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA								FECHA		DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	MASA (g)	CARGA MÁXIMA (kg)	CARGA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )
	MOLDEO	ENSAYO														
1	1	6	-	6	S	-	2	1	16/03/2023	03/07/2023	14.80	30.00	172.03	12.20	40730.00	236.76
2	1	6	-	6	S	-	2	1	16/03/2023	03/07/2023	15.00	29.80	176.71	12.50	41075.00	232.44
3	1	6	-	6	S	-	2	1	16/03/2023	03/07/2023	14.90	29.60	174.37	12.40	39870.00	228.66
4	1	6	-	6	I	-	2	1	16/03/2023	03/07/2023	14.50	29.70	165.13	12.30	35930.00	217.59
5	1	6	-	6	I	-	2	1	16/03/2023	03/07/2023	14.60	29.80	167.42	12.20	37440.00	223.64
6	1	6	-	6	I	-	2	1	16/03/2023	03/07/2023	14.90	30.10	174.37	12.20	37010.00	212.25
7	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	03/07/2023	14.70	29.90	169.72	12.40	49650.00	292.55
8	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	03/07/2023	14.60	30.10	167.42	12.50	48430.00	289.28
9	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	03/07/2023	14.90	30.00	174.37	12.50	50220.00	288.01
10	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	03/07/2023	14.60	29.80	167.42	12.20	43730.00	261.21
11	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	03/07/2023	14.90	29.90	174.37	12.20	48890.00	280.39
12	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	03/07/2023	15.10	29.80	179.08	12.00	48900.00	273.06

OBSERVACIONES:.....

Fuente: Elaboración Propia.

### Figura 71

Ficha de observación 20 de rotura de testigos de concreto a los 28 días después del vaciado.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO</b>										FIC - LMSM - 04		Ficha N°			
	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>										1.02					
	ENSAYOS DE COMPRESIÓN - TRACCIÓN - FLEXIÓN															
<b>RESPONSABLE(S):</b>		<b>PAUL CHOQUE FIGUEROA</b>														
<b>CÓDIGO:</b> 120669					<b>CELULAR:</b> 925781191					<b>FIRMA:</b>						
<b>CURSO / TESIS:</b>		<b>RETRACCION DEL CONCRETO Y SU INFLUENCIA CON LA RESISTENCIA E HIDRATACION EN LA CIUDAD DEL CUSCO.</b>														
<b>ENSAYO:</b>		<b>COMPRESION DE BRIQUETAS</b>														
<b>MATERIAL:</b>		<b>CONCRETO</b>														
<b>ELEMENTO(S):</b>																
<b>VELOCIDAD DE ENSAYO:</b>																
<b>MAQUINA DE ENSAYO:</b>		<b>MAQUINA PARA COMPRESION DE BRIQUETAS</b>														
<b>RESPONSABLE DE EQUIPO:</b>																
N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA								FECHA		DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	MASA (g)	CARGA MÁXIMA (kg)	CARGA MÁXIMA (kg/cm2)
									MOLDEO	ENSAYO						
1	1	6	-	6	S	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	15.10	30.05	179.08	12.20	47850.00	267.20
2	1	6	-	6	S	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	14.90	29.90	174.37	12.20	45830.00	262.84
3	1	6	-	6	S	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	14.90	29.80	174.37	12.10	48200.00	276.43
4	1	6	-	6	S	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	14.90	29.85	174.37	12.20	46830.00	268.57
5	1	6	-	6	S	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	15.10	29.70	179.08	12.20	47300.00	264.13
6	1	6	-	6	S	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	15.00	29.75	176.71	12.20	47650.00	269.64
7	1	6	-	6	I	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	15.10	29.85	179.08	12.20	40980.00	228.84
8	1	6	-	6	I	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	14.90	29.70	174.37	12.20	43010.00	246.66
9	1	6	-	6	I	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	15.00	29.75	176.71	12.20	42650.00	241.35
10	1	6	-	6	I	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	14.90	29.95	174.37	12.00	42220.00	242.13
11	1	6	-	6	I	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	15.00	30.20	176.71	12.50	42510.00	240.56
12	1	6	-	6	I	-	2	1	15/03/2023	19/07/2023	14.90	29.85	174.37	12.10	43410.00	248.96
OBSERVACIONES:.....																

Fuente: Elaboración Propia.

## Figura 72

Ficha de observación 20 de rotura de testigos de concreto a los 28 días después del vaciado.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO										FIC - LMSM - 04		Ficha N°				
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES										1.02						
	ENSAYOS DE COMPRESIÓN - TRACCIÓN - FLEXIÓN																
RESPONSABLE(S):		PAUL CHOQUE FIGUEROA															
CÓDIGO: <b>120669</b>		CELULAR: <b>925781191</b>				FIRMA:											
CURSO / TESIS:		RETRACCION DEL CONCRETO Y SU INFLUENCIA CON LA RESISTENCIA E HIDRATACION EN LA CIUDAD DEL CUSCO.															
ENSAYO:		COMPRESION DE BRIQUETAS															
MATERIAL:		CONCRETO															
ELEMENTO(S):																	
VELOCIDAD DE ENSAYO:																	
MAQUINA DE ENSAYO:		MAQUINA PARA COMPRESION DE BRIQUETAS															
RESPONSABLE DE EQUIPO:																	
N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA								FECHA		DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	MASA (g)	CARGA MÁXIMA (kg)	CARGA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	
									MOLDEO	ENSAYO							
1	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	15.20	29.85	181.46	12.00	59650.00	328.73	
2	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	15.20	29.80	181.46	12.20	58930.00	324.76	
3	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	15.00	29.85	176.71	12.00	57850.00	327.36	
4	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	15.10	29.85	179.08	12.20	59760.00	333.71	
5	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	15.20	29.70	181.46	12.20	60030.00	330.82	
6	1	6	-	6	S	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	15.00	29.75	176.71	12.20	59430.00	336.31	
7	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	15.20	29.95	181.46	12.00	56220.00	309.82	
8	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	15.00	30.20	176.71	12.50	52910.00	299.41	
9	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	14.90	29.85	174.37	12.10	53430.00	306.42	
10	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	15.20	29.95	181.46	12.00	54620.00	301.01	
11	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	15.00	30.20	176.71	12.50	54990.00	311.18	
12	1	6	-	6	I	-	2	8	16/03/2023	19/07/2023	14.90	29.85	174.37	12.10	52920.00	303.50	
OBSERVACIONES:.....																	

Fuente: Elaboración Propia.

Para la temperatura de curado.

**Figura 73**

*Ficha de observación 21 de lectura de temperatura del agua de curado.*

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 				
<b>TESIS:</b>	<b>ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA Y CURADO EN LA RETRACCION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2023</b>			
<b>TESISTA:</b>	<b>BACH. PAUL CHOQUE FIGUEROA</b>			
DIA DE CURADO	FECHA	UNIDAD	ANTES DEL CAMBIO DE AGUA	DESPUES DEL CAMBIO DE AGUA
FECHA DE VACIADO	15/06/2023	°C		
1	16/06/2023	°C	7.5	12.3
2	17/06/2023	°C	8.6	13.8
3	18/06/2023	°C	6.3	13.6
4	19/06/2023	°C	7.9	14.1
5	20/06/2023	°C	8	14.5
6	21/06/2023	°C	8.1	14.7
7	22/06/2023	°C	8.6	14.6
8	23/06/2023	°C	8.3	13.9
9	24/06/2023	°C	7.9	13.1
10	25/06/2023	°C	7.6	12.9
11	26/06/2023	°C	7.4	12.5
12	27/06/2023	°C	7.9	13.6
13	28/06/2023	°C	6.3	14.5
14	29/06/2023	°C	8.5	12.8
15	30/06/2023	°C	7.8	14.1
16	01/07/2023	°C	5.5	12.4
17	02/07/2023	°C	8	14.6
18	03/07/2023	°C	7.9	13.5
19	04/07/2023	°C	6.8	12.8
20	05/07/2023	°C	6.9	12.9
21	06/07/2023	°C	7	13.1
22	07/07/2023	°C	7.5	13.8
23	08/07/2023	°C	8.3	14.2
24	09/07/2023	°C	8.9	14.1
25	10/07/2023	°C	7.7	13.2
26	11/07/2023	°C	8.9	13.7
27	12/07/2023	°C	6.5	12.6
28	13/07/2023	°C	8.4	13.1
29	14/07/2023	°C	10.2	14.5
30	15/07/2023	°C	9.5	13.9

Fuente: Elaboración Propia.