

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021

Asesor:

Ing. Cayo Baca, Holguer

Autor:

Collado Quispe, Yerly Rosita

Para Optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Abancay - Apurímac – Perú

2024



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N°019-2024-EPIC-FI- UTEA- SA

Reunidos el Jurado Evaluador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| ➤ MSc. Ing. Angel MALDONADO MENDÍVIL | PRESIDENTE |
| ➤ Ph.D. Abbon Alex VÁZQUEZ RAMÍREZ | DICTAMINANTE |
| ➤ Mag. Marco Antonio GÁLVEZ QUINTANA | REPLICANTE |

y el (la) postulante al TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (a) CIVIL,
Bachiller: **COLLADO QUISPE, Yerly Rosita con código
de matrícula N°201210541-A.**

Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, aprobado mediante resolución de consejo Universitario N°1870-2023-UTEA-CU, de fecha 03 de julio del 2023, respecto a la sustentación de tesis, para optar al título profesional de Ingeniero Civil.

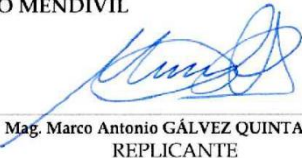
SUSTENTACIÓN DE TESIS titulado: "Influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021", habiendo aprobado con la nota de trece (13).

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 276.

Abancay, 26 de abril 2024.


MSc. Ing. Angel MALDONADO MENDÍVIL
PRESIDENTE


Ph.D. Abbon Alex VASQUEZ RAMÍREZ
DICTAMINANTE


Mag. Marco Antonio GÁLVEZ QUINTANA
REPLICANTE

Influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto $f' c=210$ kg/cm² en losas aliger

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	20 %	2 %	9 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	6 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
3	es.scribd.com Fuente de Internet	3 %
4	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	3 %
5	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	2 %
6	www.macrofibras.org Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

MEDATADOS COMPLEMENTARIOS

Datos del Autor		
Apellidos y nombres	:	Collado Quispe Yerly Rosita
Tipo de Documento de Identidad	:	D.N.I
Número de Documento de Identidad	:	74042881
URL ORCID	:	No aplica
Datos del Asesor		
Apellidos y nombres	:	Cayo Baca Holguer
Tipo de Documento de Identidad	:	D.N.I
Número de Documento de Identidad	:	23933864
URL ORCID	:	https://orcid.org/0000-0001-9590-750X
Datos de la Investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	:	Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	:	2021 - 2024
Fuente de financiamiento	:	Autofinanciada
Porcentaje de similitud	:	21%
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/Ford# 2.01.01

DEDICATORIA

A mis queridos padres: William Collado Lopez y Zonia Natividad Quispe Carrasco por su amor incondicional paciencia y motivación y por creer en mí desde el primer día. Por sus sacrificios y su apoyo constante que han sido la razón fundamental para seguir avanzando con mis metas.

A mis hermanos: Anyela, Lutgandy y William por estar siempre para mí en todo momento.

A mi novio Marco Antonio Molero Tambrico por ser mi soporte en todo este proceso de redacción de mi tesis, por su constante apoyo y aliento para ser mejor y alcanzar mis sueños.

Finalmente, a todos mis familiares que están siempre conmigo.

AGRADECIMIENTO

A dios por darme la vida y por las fuerzas que me brinda para seguir desarrollándome como persona y profesional.

A mi asesor Ing. Holguer Cayo Baca por su compromiso y apoyo a lo largo de este proceso.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica de los Andes, quienes has contribuido significativamente en mi desarrollo profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACION.....	ii
REPORTE DE SIMILITUD.....	iii
MEDATADOS	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCION.....	xix
CAPITULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Identificación y Formulación del Problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 Objetivos de la investigación.....	4

1.4.1	Objetivo General	4
1.4.2	Objetivo Específicos	5
1.5	Delimitación de la investigación	5
1.5.1	Espacial	5
1.5.2	Temporal	5
1.5.3	Social	5
1.5.4	Conceptual	5
1.6	Viabilidad de la investigación (económica, social y técnica).....	5
1.7	Limitaciones	6
CAPITULO II.....		7
MARCO TEORICO.....		7
2.1	Antecedentes de la Investigación.....	7
2.1.1	A nivel internacional.....	7
2.1.2	A nivel nacional	10
2.1.3	A nivel regional y local.....	13
2.2	Bases teóricas.....	14
2.2.1	El concreto	14
2.2.2	Componentes del Concreto	15
2.2.3	El agua	17
2.2.4	Los Agregados	18
2.2.5	Extracción y preparación de las muestras	24

2.2.6	Diseño de mezclas.....	36
2.2.7	Fibra de polipropileno.....	39
2.2.8	Concreto reforzado con fibra	41
2.2.9	Propiedades del concreto	42
2.3	Marco conceptual.....	52
CAPITULO III		54
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		54
3.1	Hipótesis	54
3.1.1	Hipótesis general.....	54
3.1.2	Hipótesis específicas	54
3.2	Método	54
3.3	Tipo de investigación.....	55
3.4	Nivel o alcance de investigación	55
3.5	Diseño de la Investigación.....	56
3.6	Operacionalización de variables	56
3.6.1	Variable independiente	56
3.6.2	Variable dependiente.....	56
3.7	Población, muestra y muestreo	59
3.7.1	Población.....	59
3.7.2	Muestra	59
3.7.3	Muestreo	61

3.8	Técnicas e instrumentos.....	61
3.9	Consideraciones éticas.....	62
3.10	Procedimiento Estadístico	63
	CAPITULO IV.....	65
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
4.1	RESULTADOS	65
4.1.1	Presentación de resultados de la resistencia al agrietamiento por contracción plástica del concreto $f'_c=210$ kg/cm ²	65
4.1.2	Presentación de resultados de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm ²	78
4.2	DISCUSION DE RESULTADOS.....	88
4.3	PRUEBA DE HIPOTESIS	96
	BIBLIOGRAFÍA.....	117
	ANEXOS.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Compuestos quimicos que forman el cemento</i>	16
Tabla 2 <i>Tamices para analisis granulometrico</i>	19
Tabla 3 <i>Granulometria de AF</i>	20
Tabla 4 <i>Requisitos granulometricos de AG</i>	22
Tabla 5 <i>Medida de las muestras de Agregado fino y grueso</i>	24
Tabla 6 <i>Cantidad minima de muestra</i>	26
Tabla 7 <i>Cantidad minima de AG</i>	28
Tabla 8 <i>Peso minimo de la muestra de ensayo</i>	33
Tabla 9 <i>Carga abrasiva de acuerdo a la gradacion</i>	35
Tabla 10 <i>Cuadro de porcentajes de seguridad</i>	36
Tabla 11 <i>Selección del asentamiento</i>	37
Tabla 12 <i>Volumen del agua por metro cubico</i>	37
Tabla 13 <i>Relacion de agua/cemento</i>	38
Tabla 14 <i>Peso del agregado grueso de volumen del concreto</i>	39
Tabla 15 <i>Tolerancia admisible para ensayos a compresion</i>	46
Tabla 16 <i>Variable independiente</i>	57
Tabla 17 <i>Variable dependiente</i>	58
Tabla 18 <i>Cantidad de ensayos utilizados</i>	60
Tabla 19 <i>Cantidad de probetas utilizadas</i>	61
Tabla 20 <i>Resultados de contraccion plastica sin F.S.P</i>	66
Tabla 21 <i>Resultados de contraccion plastica de 0.25 kg/m³ de F.S.P</i>	67
Tabla 22 <i>Resultados de contraccion plastica con adicion de 0.50 kg/m³ de F.S.P</i>	68
Tabla 23 <i>Resultados de contraccion plastica con adicion de 0.75 kg/m³ de F.S.P</i>	69
Tabla 24 <i>Resumen de resultados de contraccion plastica de todas las mezclas</i>	70

Tabla 25 Resultados de losa aligerada sin F.S.P	72
Tabla 26 Resultados de losa aligerada con adición de 0.25 kg/m ³ de F.S.P	73
Tabla 27 Resultados de losa aligerada con adición de 0.50 kg/m ³ de F.S.P	74
Tabla 28 Resultados de losa aligerada con adición de 0.75 kg/m ³ de F.S.P	75
Tabla 29 Resumen de resultados de contracción plástica en losas.....	76
Tabla 30 Resistencia a compresión del concreto patrón.....	79
Tabla 31 Resistencia a compresión del concreto con adición de 0.25 kg/m ³ de F.S.P	81
Tabla 32 Resistencia a compresión del concreto con adición de 0.50 kg/m ³ de F.S.P	83
Tabla 33 Resistencia a compresión del concreto con adición de 0.75 kg/m ³ de F.S.P	85
Tabla 34 Resumen de resistencias por edad de madurez del concreto para cada tipo de mezcla	86
Tabla 35 Resistencia al agrietamiento por contracción plástica, muestra patrón y adición de 0.25 kg/m ³ de F.S.P.....	98
Tabla 36 Media y desviación estándar de la muestra patrón y la adición de 0.25 kg/m ³ de F.S.P	98
Tabla 37 Elaboración de campana de Gauss para la adición de 0.25 kg/m ³ de F.S.P.....	99
Tabla 38 Resistencia al agrietamiento por contracción plástica, muestra patrón y adición de 0.50 kg/m ³ de F.S.P.....	100
Tabla 39 Media y desviación estándar de la muestra patrón y la adición de 0.50 kg/m ³ de F.S.P	100
Tabla 40 Elaboración de la campana de Gauss para la adición de 0.50 kg/m ³ de F.S.P	101
Tabla 41 Resistencia al agrietamiento por contracción plástica, muestra patrón y adición de 0.75 kg/m ³ de F.S.P.....	102

Tabla 42 <i>Media y desviacion estandar de la muestra patron y la adiccion de 0.75 kg/m³ de F.S.P</i>	102
Tabla 43 <i>Elaboracion de la campana de Gauss para la adiccion de 0.75 kg/m³ de F.S.P.</i>	103
Tabla 44 <i>Resistencia a compresion a los 28 dias de concreto patron y de 0.25 kg/m³ de F.S.P</i>	104
Tabla 45 <i>Media y desviacion estandar de la muestra patron y la adiccion de 0.25 kg/m³ de F.S.P</i>	105
Tabla 46 <i>Elaboracion de la campana de Gauss para la adiccion de 0.25 kg/m³ de F.S.P...</i>	105
Tabla 47 <i>Resistencia a compresion a los 28 dias del concreto patron y de 0.50 kg/m³ de F.S.P</i>	106
Tabla 48 <i>Media y deviacion estandar de la muestra patron y la adiccion de 0.50 kg/m³ de F.S.P</i>	107
Tabla 49 <i>Elaboracion de la campana de Gauss para la adiccion de 0.50 kg/m³ de F.S.P</i>	107
Tabla 50 <i>Resistencia a compresion a los 28 dias del concreto patron y de 0.75 kg/m³ de F.S.P</i>	108
Tabla 51 <i>Media y desviacion estandar de la muestra patron y de 0.75 kg/m³ de F.S.P</i> .	109
Tabla 52 <i>Elaboracion de la campana de Gauss para la adiccion de 0.75 kg/m³ de F.S.P</i>	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Especímenes preparándose y etiquetándose de colores de acuerdo al tipo de concreto elaborado</i>	45
Figura 2 <i>Elaboración de anillos</i>	49
Figura 3 <i>Equipo utilizado para el ensayo de contracción plástica</i>	50
Figura 4 <i>Llenado y vibrado de los especímenes</i>	50
Figura 5 <i>Especímenes ensayándose</i>	51
Figura 6 <i>Esquema de desarrollo de grietas</i>	52
Figura 7 <i>Region de aceptacion y rechazo - t de student</i>	64
Figura 8 <i>Ensayo de contracción plástica sin F.S.P.</i>	66
Figura 9 <i>Ensayo de contracción plástica con adición de 0.25 kg/m³ de F.S.P</i>	67
Figura 10 <i>Ensayo de contracción plástica con adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P</i>	68
Figura 11 <i>Ensayo de contracción plástica con adición de 0.75 kg/m³ de F.S.P</i>	69
Figura 12 <i>Diagrama de barras comparativo del número de grietas por cada tipo de mezcla</i>	70
Figura 13 <i>Diagrama de barras comparativo del índice de grieta por cada tipo de mezcla</i>	71
Figura 14 <i>Losa aligerada sin adición de F.S.P</i>	72
Figura 15 <i>Losa aligerada con adición de 0.25 kg/m³ de F.S.P</i>	73
Figura 16 <i>Losa aligerada con adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P</i>	74
Figura 17 <i>Losa aligerada con adición de 0.75 kg/m³ de F.S.P</i>	75
Figura 18 <i>Diagrama de barras comparativo del número de grietas que se tuvo en cada losa</i>	76
Figura 19 <i>Diagrama de barras comparativo del índice de grieta que se tuvo en cada losa</i>	77

Figura 20 <i>Rotura de la briqueta de la muestra patrón</i>	78
Figura 21 <i>Rotura de briqueta de 0.25 kg/m³ de F.S.P.</i>	80
Figura 22 <i>Rotura de briqueta de 0.50 kg/m de F.S.P.</i>	82
Figura 23 <i>Rotura de briqueta de 0.75 kg/m³ de F.S.P.</i>	84
Figura 24 <i>Cuadro comparativo de las resistencias a la compresión</i>	86
Figura 25 <i>Diagrama de barras comparativo de las resistencias a la compresión</i>	87
Figura 26 <i>Resistencia al agrietamiento por contracción plástica de muestra patrón y 0.25 kg/m³ de F.S.P.</i>	89
Figura 27 <i>Resistencia al agrietamiento por contracción plástica de muestra patrón y 0.50 kg/m³ de F.S.P.</i>	89
Figura 28 <i>Resistencia al agrietamiento por contracción plástica de muestra patrón y 0.75 kg/m³ de F.S.P.</i>	90
Figura 29 <i>Resistencia al agrietamiento por contracción plástica de la muestra patrón y 0.25 kg/m³, 0.50 kg/m³, 0.75 kg/m³ de F.S.P.</i>	91
Figura 30 <i>Promedio de muestra patrón y 0.25 kg/m, 0.50 kg/m, 0.75 kg/m de F.S.P.</i>	91
Figura 31 <i>Resistencia a compresión de la muestra patrón y 0.25 kg/m³ de F.S.P.</i>	93
Figura 32 <i>Resistencia a compresión de la muestra patrón y 0.50 kg/m³ de F.S.P.</i>	94
Figura 33 <i>Resistencia a compresión de la muestra patrón y 0.75 kg/m³ de F.S.P.</i>	94
Figura 34 <i>Resistencia a compresión de la muestra patrón, 0.25 kg/m, 0.50 kg/m y 0.75 kg/m adicionando F.S.P a los 28 días</i>	95
Figura 35 <i>Campana de Gauss de 0.25 kg/m³ de F.S.P.</i>	99
Figura 36 <i>Campana de Gauss de 0.50 kg/m³ de F.S.P.</i>	101
Figura 37 <i>Campana de Gauss de 0.75 kg/m³ de F.S.P.</i>	103
Figura 38 <i>Campana de Gauss de 0.25 kg/m³ de F.S.P.</i>	105
Figura 39 <i>Campana de Gauss de 0.50 kg/m³ de F.S.P.</i>	107

Figura 40 *Campana de Gauss de 0.75 kg/m³ de F.S.P.* 109

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad buscar una opción para controlar la aparición de pequeños agrietamientos o fisuras en el concreto en losas aligeradas en la ciudad de Abancay, con el objetivo de determinar la influencia de la adición de fibras en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y resistencia a la compresión, para realizar dicho propósito se realizó un diseño de concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, donde este estudio comprende la fabricación de concreto con agregado grueso y agregado fino de la cantera (Murillo), cemento portland tipo I de la marca Apu, fibras sintéticas de polipropileno de la marca Sika, se realizaron cuatro mezclas con diferentes cantidades en peso de fibra sintética por metro cubico, estas cantidades son de 0.25 kg/m^3 , 0.50 kg/m^3 y 0.75 kg/m^3 . Se evalúa mediante los resultados obtenidos de un estudio experimental la influencia que tienen las fibras de polipropileno, en las propiedades en estado fresco y estado endurecido del concreto.

El diseño de mezclas se llevó a cabo de acuerdo a las recomendaciones del ACI 211.1, este diseño y el proporcionamiento de los materiales, se basaron en pruebas preliminares que se realizaron en el laboratorio, a partir de los resultados experimentales obtenidos y del análisis efectuado, se podrá evaluar la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y resistencia a la compresión con la adición de fibras sintéticas.

Palabras claves: fibras sintéticas de polipropileno, resistencia al agrietamiento por contracción plástica y compresión, revenimiento.

ABSTRACT

The purpose of this work is to find an option to control the appearance of small cracks or fissures in the concrete in lightened slabs in the city of Abancay, with the objective of determining the influence of the addition of fibers on the resistance to cracking due to plastic contraction. and compressive strength, to achieve this purpose a pattern concrete design of $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ was carried out, where this study includes the manufacture of concrete with coarse aggregate and fine aggregate from the quarry (Murillo), Portland cement type I of the Apu brand, synthetic polypropylene fibers of the Sika brand, four mixtures were made with different amounts by weight of synthetic fiber per cubic meter, these amounts are 0.25 kg/m^3 , 0.50 kg/m^3 and 0.75 kg/m^3 . The influence that polypropylene fibers have on the properties in the fresh state and the hardened state of concrete is evaluated through the results obtained from an experimental study.

The mixture design was carried out according to the recommendations of ACI 211.1, this design and the proportion of the materials were based on preliminary tests that were carried out in the laboratory, based on the experimental results obtained and the analysis carried out. The resistance to cracking due to plastic contraction and resistance to compression can be evaluated with the addition of synthetic fibers.

Keywords: synthetic polypropylene fibers, resistance to cracking due to plastic contraction and compression, slump.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las fibras sintéticas están sustituyendo a las fibras naturales en el ámbito textil, sin embargo, es usado, en el mundo de la construcción como adición en el concreto armado, en el Perú se usó en el ciclo colonial fibras naturales en construcciones de edificaciones de dos niveles, por lo que los muros eran vigorosos de adobe de un material de arcilla incorporado de paja, ahora utilizar fibras en concretos es muy común como es el caso de la minería, también en pisos industriales, elementos prefabricados como losas y vigas y pavimentos de concreto.

En la actualidad Apurímac viene contando con investigaciones de concretos adicionados e incorporados de poliestireno, fibra de caucho, nanoslife, fibra de acero, lo cual se busca un crecimiento en la construcción para cada falencia que se presenta en el concreto.

En nuestra región podemos observar un elemento en particular de una estructura de concreto armado tal como es el caso de las losas aligeradas, podemos ver claramente luego que el concreto es vaciado y colocado en condiciones climáticas propias de Apurímac Abancay tiende a alcanzar un equilibrio por el medio ambiente ya sea humedad relativa, temperatura del medio ambiente, por lo que es muy propenso a presentarse pequeños agrietamientos o fisuras en el concreto. Con un adecuado diseño se puede reemplazar el acero de temperatura con el uso de la fibra, con los resultados obtenidos se busca determinar la influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ en losas aligeradas, la investigación propuesta busca ser una alternativa de solución para generar seguridad en las estructuras.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Realidad problemática.

En algunos países desarrollados del mundo, se han estado utilizando nuevas técnicas en la construcción, para mejorar procesos constructivos o para mejorar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de materiales o compuestos que se usan en la construcción, para el desarrollo de esta investigación se hizo un análisis de un elemento en particular de una estructura de concreto armado, tal como es el caso de losas aligeradas, en nuestro medio podemos observar claramente que en este tipo de elemento luego de que el concreto es vaciado y colocado a condiciones climáticas propias de nuestra región, en estado fresco el concreto expuesto a estas condiciones climáticas, tiende a alcanzar un equilibrio con el medio ambiente ya sean de humedad relativa, temperatura del medio ambiente, es a consecuencia de alcanzar ese equilibrio suelen presentarse pequeños agrietamientos o fisuras en el concreto, estos agrietamientos y/o fisuras se pueden dar si el medio ambiente es una zona donde presenta altas temperaturas como se percibe en nuestra región, la superficie expuesta al medio ambiente del concreto pierde agua bruscamente y se pueden dar por muchas razones, puntualizando alguna de ellas es la evapotranspiración ya que muchas veces los vaciados de concreto son al promediar al medio día, donde las temperaturas alcanzan sus picos más altos, la otra razón importante que no debería pasar por alto en el análisis de

perdida de agua es el de las aberturas que no se pueden sellar en los encofrados, ya que en nuestra región todavía se sigue utilizando la madera como materia prima en los encofrados (544.2R-89, 1999) La velocidad de evapotranspiración dependerá de la humedad relativa, la temperatura, la relación agua-cemento y el área de la superficie expuesta del concreto, las causas de porque el concreto se agrieta y/o fisura en su estado fresco encuentra respuesta en varias razones, una de ellas es la contracción plástica del concreto, propiedad del concreto en estado fresco que analizaremos para nuestra ciudad de Abancay, la propuesta de la presente investigación busca reducir los efectos de la contracción plástica adicionando distintas cantidades de fibra sintética por metro cubico (544.2R-89, 1999).

Para el desarrollo de esta investigación se propone agregar materiales fibrosos en una mezcla de concreto convencional para analizar las propiedades de la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto.

Los tipos de fibras más comúnmente utilizados en concreto son los sintéticos, que comprenden materiales de polipropileno, nylon, poliéster y polietileno (Toirac Corral, 2004).

Según los procesos constructivos que se utilizan en la actualidad para minimizar las grietas o fisuras que se presentan en losas aligeradas luego del vaciado, se utilizan refuerzos de acero, estos refuerzos están típicamente orientados en una o dos direcciones no cumpliendo muchas ocasiones con el control de las grietas o fisuras antes mencionadas, por el contrario las fibras sintéticas por la longitud y el diámetro que presentan suelen ser una mejor solución en el control de grietas o fisuras ya que le dan al concreto una matriz de refuerzo en todas las direcciones (Toirac Corral, 2004).

1.2 Identificación y Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida influye la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021?

1.2.2 Problemas específicos

PE1: ¿En qué medida influye la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021?

PE2: ¿En qué medida influye la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021?

1.3 Justificación de la investigación

- **Conveniencia**

Es conveniente realizar esta investigación para proporcionar a la ciudad de Abancay a la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES y sobre todo a la ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL información sobre el comportamiento de la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con fibras sintéticas de polipropileno (Hernandez Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

- **Compensación**

Se aplicará la compensación por existir una relación entre el estudio de la fibra sintética de polipropileno, para generar la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y estudiar la resistencia a la compresión del concreto (Hernandez Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

- ***Relevancia Social***

Tiene relevancia de carácter social ya que busca impulsar nuevas técnicas en la elaboración de concretos tradicionales adicionando nuevos materiales, ya que estos se están usando en otros lugares del mundo (Hernandez Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

- ***Implicancias Practicas***

Lo que se busca con la presente investigación es analizar y determinar la eficacia del uso de fibras sintéticas de polipropileno para generar más resistencia al agrietamiento por contracción plástica y estudiar el comportamiento de la resistencia a la compresión (Hernandez Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

- ***Valor Teórico***

Con la presente investigación surgirá un análisis de uso de fibras sintéticas de polipropileno como un nuevo insumo en la mezcla de concreto para generar la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y estudiar el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto (Hernandez Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

- ***Utilidad Metodología***

Los resultados de la presente investigación, pueden motivar y aportar información sobre el uso de fibras sintéticas de polipropileno en el concreto, los cuales pueden ser utilizados en recientes construcciones (Hernandez Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo General

Analizar la influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021.

1.4.2 Objetivo Específicos

OE1: Determinar la influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica del concreto $f'c=210$ kg/cm² en losas aligeradas, Abancay 2021.

OE2: Determinar la influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en losas aligeradas, Abancay 2021.

1.5 Delimitación de la investigación

1.5.1 Espacial

La investigación se desarrolló en la ciudad de Abancay, región Apurímac, donde se llevó a cabo los ensayos realizados y análisis de resultados de todas las pruebas correspondientes de esta investigación.

1.5.2 Temporal

La presente investigación se llevó a cabo en el año 2022 - 2023.

1.5.3 Social

La investigación estará orientada a todos los ciudadanos de Abancay, en especial a los estudiantes y profesionales de ingeniería civil.

1.5.4 Conceptual

Con la presente investigación surgirá un análisis de uso de fibras sintéticas de polipropileno como un nuevo insumo en la mezcla de concreto para generar resistencia al agrietamiento por contracción plástica y ver el comportamiento de la resistencia a la compresión.

1.6 Viabilidad de la investigación (económica, social y técnica)

- **Económica**

Con la publicación de este estudio, pretendemos dar a conocer los beneficios de utilizar las fibras sintéticas de polipropileno en losas aligeradas reemplazando al acero de temperatura para mejorar la resistencia al agrietamiento por contracción plástica, reduciendo de manera significativa el costo por metro cuadrado de losa aligerada.

- **Social**

Al finalizar la presente investigación, se dará a conocer las ventajas de adicionar fibras sintéticas de polipropileno en losas aligeradas en reemplazo del acero de temperatura, se espera que estas ventajas tengan un impacto positivo en el rubro de la construcción en la ciudad de Abancay.

- **Técnica**

Se tiene los recursos técnicos necesarios para la presente investigación de “Influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en losas aligeradas, Abancay 2021”, ya que se utilizará la norma ACI 544.2R Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete.

1.7 Limitaciones

No se cuenta con monografías, estudios, investigaciones anteriores de la adición de fibra sintética de polipropileno en el concreto en losas aligeradas en la ciudad de Abancay, siendo esta una gran limitante. Como también una de las limitaciones es los tramites de la universidad la forma burocrática del avance de los papeles genera cansancio y muchas veces abandono por los alumnos, otra limitante es el costo elevado de los precios de los materiales de esta investigación ya que fueron generados por el virus del covid 19 a nivel mundial.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 A nivel internacional

Galvez (2021) en su investigación titulada “Estudio de Factibilidad para la Implementación de la Tecnología de Hormigones Reforzados con Fibra, en la Construcción de Pavimentos Aeroportuarios en Chile”, donde el objetivo principal fue estudiar la factibilidad técnica – económica para implementar pavimentos de hormigón reforzados con fibra en los aeropuertos de Chile, principalmente en las plataformas o calles de rodaje del área movimiento a lo largo de la red nacional, llegando a concluir lo siguiente: Dentro de los principales beneficios de incorporar macrofibras a la mezcla de hormigón en dosis de hasta 0,5% se encuentran una disminución sustancial en la aparición, número y ancho de grietas por contracción plástica, siendo la fibra sintética quien tiene un mejor control de grietas respecto de los otros materiales fibrosos. Además, la presencia de fibras propicia, proporcionalmente a su contenido, una mejoría notable en la resistencia a la abrasión y al impacto del hormigón. Por otro lado, también concluyo: Que la incorporación de macrofibras en dosis de hasta 0,5% no aumentan la resistencia a tracción o compresión del

hormigón, y tampoco aportan en aumentar o disminuir la resistencia a flexión o módulo de ruptura (MOR) del hormigón.

Amaya y Ramirez (2019) en su investigación titulada: “Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras”, donde el objetivo principal fue analizar el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de diferentes materiales, para determinar que material genera un mejor comportamiento al ser ensayado a compresión y a flexión, llegando a concluir que las muestras de concreto reforzadas con macrofibras, en general, presentaron unas buenas características mecánicas en el concreto, ya sea a flexión como a compresión, en donde en la mayoría de los casos la tendencia fue que se aumentará la resistencia y que se disminuyera el problema de fisuramiento, Entre todas las fibras, la que presenta una mejora en el concreto, tanto a compresión como a flexión, es la fibra de acero, pero está a diferencia de las otras fibras, no corrige por completo la fisuración del material como lo hacen las otras fibras, sin embargo, disminuyó la fisuración de la viga con edad de 28 días, respecto a la viga de 14 días, por lo que al alcanzar mayor resistencia el concreto las fibras de acero son más efectivas.

Cacoango y Millengalli (2019) en su investigación titulada “Eficiencia del Control de Fisuramiento por Contracción Plástica del Hormigón mediante el uso de Fibra de Acero 4D”, donde el objetivo principal fue evaluar el fisuramiento por contracción plástica del hormigón reforzado con fibra de acero 4D a través del uso de la Normativa ASTM C-1579-13, bajo condiciones climáticas críticas simuladas en el laboratorio, llegando a concluir lo siguiente que la efectividad de CRR ante el fisuramiento para la relación agua cemento $W/C=0.60$ se tiene con bajas dosificaciones de fibra de 15 a 20 kg/m^3 , mientras que para una relación agua cemento $W/C=0.40$ y 0.35 se obtiene con altas dosificaciones de fibra de 20 a 30 kg/m^3 , como también para cada relación agua cemento $W/C=0.60$, 0.40 y 0.35 a

medida que va aumentando la dosificación de fibra en 15, 20 y 30 kg/m³ , el valor de CRR se incrementa obteniendo menos fisuras.

Para Mestanza Orellana (2016), el análisis comparativo de la resistencia a compresión del concreto con adición de fibras de polipropileno sometidos a ambientes severos: altas, bajas temperaturas y ambientes salinos, donde el objetivo principal fue analizar la resistencia a compresión del concreto con adición de fibras de polipropileno sometido a ambientes severos durante la etapa de curado: altas, bajas temperaturas y ambientes salinos, obteniendo los siguientes resultados: “Los especímenes curados en alta temperatura 45°C, aumentan su densidad en un 2,13% (de 2264,01 a 2317,42), y tienen un incremento de 15%, en su resistencia a compresión (de 339, 95 kg/cm² a 391,06 kg/cm²) a los 28 días, por otro lado, también concluyo que el concreto reforzado con 0,2 % de fibra del volumen de concreto, mejora la adherencia entre los componentes del concreto, porque luego de los ensayos a compresión es visible que el conjunto permanece unido y no se desprende fácilmente.

Para Cañon y Aldana (2016) en el estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concreto con fibras de polipropileno sikafiber® ad de sika y toc fibra 500 de toxement, donde el objetivo principal fue determinar experimentalmente las características mecánicas de los concretos que contienen adición de estas fibras de manera independiente, obteniendo los siguientes resultados: La curva de resistencia del concreto mantiene el mismo comportamiento con la edad en concreto con fibras y concreto sin fibra, lo cual demostró que la adición de fibras no causó una modificación significativa en el desempeño de la resistencia, por otro lado también concluyo que las fibras de polipropileno favorecen la manejabilidad del concreto fresco y al observar sus resultados en cuando a la fisuración se

puede decir que estas serían de mayor utilidad en elementos estructurales con una gran área como placas de contrapiso, entrepiso o pavimentos hidráulicos.

2.1.2 A nivel nacional

Ivala (2018) en su investigación titulada “Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto en resistencia $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm², donde el objetivo principal fue determinar la influencia de las fibras sintéticas de polipropileno en el control de las fisuras por retracción plástica en losas aligeradas con resistencia $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm², llegando a concluir que la cantidad de fisuras generados en las losas de CRF210-0.4(20), CRF210-0.7(20) y CRF210-1.2(20) disminuyen con respecto al CSF210 en valores porcentuales de 31.25%, 41.67% y 50.00% respectivamente, para las losas de CRF245-0.4(20), CRF245-0.7(20) y CRF245-1.2(20) se presenta una disminución con respecto al CSF245 en 17.95%, 33.33% y 69.23% respectivamente, para el concreto $f'c=210$ kg/cm² la dosis óptima que reduce el espesor en un 50.12% y la longitud de fisura en un 7.92% es la que contiene una dosis de 1.200 gr/m³ de fibra de polipropileno monofilamento de 20 mm, para el concreto $f'c=245$ kg/cm² no se encuentra una dosis adecuada que pueda mejorar el concreto tanto en el espesor como en la longitud de las fisuras, pero si deseamos mejorar el espesor de las fisuras se use una dosis de 1.200 gr/m³ y si desea disminuir la longitud use la dosis de 700 gr/m³ los cuales mejoran al concreto en 6.17% y 2.31% respectivamente.

Carhuapoma (2018), en su investigación titulada “Efecto de las fibras de polipropileno para concretos de resistencias a la compresión de 210 KG/CM² Y 280 KG/CM², elaborados con agregados de la cantera de cochamarca – pasco”, donde el objetivo principal fue determinar el efecto que tienen de las fibras de polipropileno al adicionar en el concreto $f'c= 210$ kg/cm² y $f'c= 280$ kg/cm², elaborado con agregados de la cantera de

Cochamarca, se concluye lo siguiente la adición de las fibras de polipropileno al diseño de concreto de resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , dan un incremento significativo en dicha propiedad mecánica, a la vez eleva el módulo de Elasticidad, Modulo de Corte y la Resistencia del Concreto a Tracción por Flexión, que están proporcionalmente ligadas, a la resistencia a la compresión, como también para diseño de concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, al adicionar 9 kg de fibra por metro cúbico, se tiene mejores resultados, que con de 2, 5 kg y la micro fibra, Para diseño de concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$, al adicionar 5 kg de fibra por metro cúbico, se tiene mejores resultados, que con de 2, 9 kg y la micro fibra.

Piñarreta (2022) en su investigación cuyo título es “Fibra de polipropileno para reducir el agrietamiento por contracción plástica del hormigón” donde el objetivo principal fue determinar el porcentaje óptimo de fibras de polipropileno para reducir el agrietamiento por contracción plástica del hormigón, se concluye lo siguiente que el óptimo porcentaje de fibra de polipropileno en calidad de microfibras, utilizadas en el hormigón en estado fresco es de 1200 gr/m^3 , sin embargo en las macrofibras para ensayos en el hormigón endurecido, se llegó a la conclusión que se comporta mejor el hormigón con una dosis de 5 kg/m^3 tomando en cuenta la calidad del agregado utilizado, pues en las investigaciones relacionadas al índice de grietas, en el cual aumentó la dosificación hasta llegar a valores máximos como 1200 gr/m^3 y 400 gr/m^3 . Para finalizar se recomienda usar un valor entre 400 gr/m^3 a 1200 gr/m^3 , pues ambos valores dieron excelentes resultados, se tiene que tomar en cuenta solo las microfibras de concreto para reducir el índice de grietas.

Calixto (2022) en su investigación titulada “Estudio de influencia de la adición de fibras de polipropileno en la resistencia a compresión del concreto de $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados del cerro marabamba”, donde el objetivo principal fue determinar la diferencia de las medias de la resistencia a la compresión de un concreto convencional y un concreto hecho

con fibras de polipropileno de 2mmx10mm y agregados del cerro Marabamba, se llegó a la conclusión de que no se ha podido mejorar la resistencia a la compresión en la comparación entre un concreto convencional y un concreto hecho con 1% y 2% de fibras de polipropileno de 2mmx10mm y agregados, por otro lado también concluye que no se mejoró por que la cantidad en porcentaje de fibras de polipropileno no ayudó a la compactación del concreto, reduciendo la cohesividad de la pasta y los agregados por su tamaño y gran magnitud, comparándolo con nuestra investigación podemos decir que no se mejoró la resistencia del concreto añadiendo fibras de polipropileno con respecto al peso seco de la mezcla y agregados, por otro lado se recomienda experimentar con un porcentaje mínimo de fibras de polipropileno ya que dicho porcentaje 1%, 2%, 3% de fibras de polipropileno no se mejoró la resistencia a la compresión.

Para Toro (2017), en la Influencia de la fibra de polipropileno con 5%, 10% y 15% del volumen del cemento en la resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, donde el objetivo principal fue determinar la influencia de la fibra de polipropileno con 5%, 10% y 15% del volumen del cemento en la resistencia a Compresión y Tracción en el concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, obteniendo los siguientes resultados: “Con respecto al ensayo de Compresión, se pudo observar que el concreto patrón alcanzo una resistencia máxima de 234kg/cm^2 . La fibra influyo negativamente teniendo una disminución mínima de 4.41% (226.16kg/cm^2) y una máxima de 18.71% (196.68kg/cm^2) de su resistencia a la compresión. Por otro lado tambien se concluyo: “Con respecto al ensayo de Tracción, se pudo observar que el concreto patrón alcanzo una resistencia máxima de 28.31kg/cm^2 , La fibra influyo positivamente teniendo un aumento mínimo de 4.03% (29.45kg/cm^2) y una máxima de 11.38 % (31.54kg/cm^2) de su resistencia a la tracción.

2.1.3 A nivel regional y local

Huacho (2021), en su investigación cuyo título es “control de fisuras por retracción en estado plástico en pavimentos de concreto mediante fibras de polipropileno, Cotabambas, Apurímac 2021”, donde el objetivo principal fue cuantificar la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos rígidos con la adición de fibras de polipropileno, obteniendo los siguientes resultados La longitud de las fisuras para un concreto fibrorreforzado con adición de CF1 con 300gr/m³ de fibras las fisuras por retracción plástica sumaron una longitud de 33mm+-1.77mm, para un concreto CF2 con 600gr/m³, y CF3 con 1200gr/m³ ya no se presenciaron fisuras. La adición de 300gr/m³ redujo en 94%, la longitud de las fisuras en el Concreto Patrón sin fibras en 330mm+-1.77mm, para finalizar recomienda usar la proporción de 300gr/m³ para comenzar a controlar las fisuras ocasionadas por contracción plástica, siendo la proporción de 600gr/m³ la mejor opción, pues ya no presentaron fisuración, a proporciones mayores seguiría controlando las fisuras en el concreto en estado plástico, pero sería un gasto no recomendable.

Para Quispe y Mayhuire (2018), en la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de Abancay 2018, donde el objetivo principal fue determinar la influencia de la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado en el comportamiento del concreto estructural, para la utilización en las obras de ingeniería en la ciudad de Abancay, obteniendo los siguientes resultados: En el proceso de mezclado de concreto con incorporación de fibra de caucho de neumático reciclado se recomienda adicionar los materiales en la mezcladora en el siguiente orden: agua del diseño de la mezcla, cemento, agregado grueso, agregado fino y la fibra de caucho de neumático reciclado fue vertido en los tiempos de cada componente para poder lograr una mejor distribución en el concreto evitando de esta manera la formación de grumos. Por otro lado se concluyó con: “Recomendar el estudio de la fibra de caucho en la

elaboración de elementos prefabricados, la utilización de este contenido de caucho en un tipo de fibra de caucho seleccionado a través del colado y buscando una homogenización en los tamaños de las fibras, para poder obtener un resultado mayor a la resistencia se recomienda obtener muestras sin separar el alambrado de los neumáticos realizar la molienda en forma conjunta.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El concreto

Abanto (2017) menciona que “el concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia” (p. 11).

CONCRETO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

Según Abanto (2017) “tanto el cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto” (p. 11).

Uno de los factores que hacen del concreto un material de construcción universal es que tenemos lo siguiente:

- Se puede colocar fácilmente en cualquier forma manteniendo la consistencia plástica.
- Su alta resistencia a la compresión lo hace adecuado para componentes que están básicamente sujetos a compresión.
- Tiene alta resistencia al fuego y resistencia al agua.

2.2.2 Componentes del Concreto

2.2.2.1 El cemento

Según la norma técnica peruana NTP 334.009, el cemento portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto importante por silicatos de calcio hidráulico y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda (Torre, 2004, p. 5).

Cemento portland = Clinker Portland + Yeso

Torre (2004) indica “El cemento portland es un polvo muy fino de verdoso color. Al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad” (p. 5).

2.2.2.1.1 El Clinker Portland

Es un producto semiacabado de forma de piedras negruzcas de tamaños de $\frac{3}{4}$ ” aproximadamente, obtenido de la calcinación de una mezcla de materiales calcáreos y arcillosos en proporciones convenientes, hasta llegar a una fusión incipiente (Clinkerización) a 1450° C. Está compuesto químicamente por Silicatos de calcio, aluminatos de calcio, ferro aluminatos de calcio y otros en pequeñas cantidades, los cuales se forman por una combinación del óxido de calcio (CaO) con los otros óxidos: dióxido de silicio (SiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3) y óxido férrico (Fe_2O_3) (Torre, 2004, p. 5).

- **Compuestos químicos**

Señala durante la calcinación en la fabricación del Clinker de cemento Portland los óxidos se combinan con los componentes ácidos de la materia prima entre si dando lugar a cuatro importantes compuestos. Los principales compuestos que constituyen

aproximadamente el 90-95% del cemento, también se presentan en cantidades menores, otros compuestos secundarios (Torre, 2004, p. 10).

Tabla 1

Compuestos químicos que conforman el cemento

Designación	Formula	Abreviatura	Porcentaje
Silicato tricálcico	3CaO.SiO ₂	C3S	30% a 50%
Silicato dicálcico	2CaO.SiO ₂	C2S	15% a 30%
Aluminio tricálcico	3CaO.Al ₂ O ₃	C3A	4% a 12%
Ferro aluminato tetracálcico	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C4AF	8% a 13%
Cal libre	CaO		
Magnesia libre (Periclasa)	MgO		

Fuente: (Torre, 2004, p. 10)

2.2.2.1.2 Tipos de cemento portland tradicional

El cemento Portland tradicional se produce mediante la pulverización del Clinker, que este compuesto esencialmente de silicato de calcio hidráulico, sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante el proceso de molienda.

La NTP 334.009, los clasifica por su uso y propiedad específicas:

- Tipo I: Para uso general que no requiere las características especiales de otros tipos.
- Tipo II: Para su uso general, especialmente cuando se desea una resistencia moderada a los sulfatos o un calor de hidratación moderado.
- Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- Tipo IV: Se utiliza cuando se requiere un bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Para su uso donde se requiere una alta resistencia a los sulfatos.

2.2.3 *El agua*

En el concreto el agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia ya que en el diseño de mezclas un parámetro a considerarse es la relación agua cemento, la trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido (Abanto, 2017).

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr:

a) La formación del gel:

El gel desempeña el papel más importante en el comportamiento del concreto especialmente en su resistencia mecánica y en su módulo de elasticidad.

Estos dos silicatos de calcio constituyen aproximadamente el 75 por ciento del peso del cemento Portland y reaccionan con el agua para formar dos nuevos compuestos: hidróxido de calcio y silicato de calcio hidratado. Este último es el componente más importante del cemento en el hormigón, ya que de él dependen principalmente las propiedades técnicas del hormigón, el endurecimiento, la resistencia y la estabilidad dimensional.

b) Es estado fresco:

Ayudan con el manejo y posicionamiento adecuados.

c) En estado endurecido:

La convierten en un producto de las propiedades y características deseables.

d) Curado del concreto:

El aumento de la resistencia continuara con la edad mientras el cemento no se hidrata.

El agua utilizada para la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la NTP 334.088, y se dará preferencia al agua potable o al agua empíricamente conocida para la preparación del concreto. Además, el agua utilizada no debe contener sustancias que puedan afectar negativamente a la adherencia, resistencia, durabilidad o aspecto del hormigón o de los elementos metálicos embebidos en él.

2.2.4 Los Agregados

Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc) y el agua formando los concretos y morteros. La importancia de los agregados radica en que constituyen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta de cemento (Abanto, 2017).

Clasificación:

El agregado depende de su composición granulométrica, densidad, su carácter está determinado por su forma (400.011, 2020).

Según (NTP) “Los agregados se pueden clasificar por su composición granulométrica, en unidades de peso y densidad o volumen según sus propiedades. (400.011, 2020).

a) Clasificación por su granulometría:

Se clasifican según el tamaño de las partículas, es decir. "agregado grueso, es decir, material mineral fino restante en el tamiz n°. 4, es decir, el relleno que pasa por el tamiz. 3/8” y sostenido en el tamiz N°200 (NTP 400.037, 2014). Como se muestra 13 tamaños

nominales correspondientes a los respectivos tamices a ser utilizados para el análisis granulométrico de la NTP 400.011.

Tabla 2

Tamices para análisis granulométrico

Agregado	Tamices normalizados	
Fino	150 um	N° 100
	300 um	N° 50
	600 um	N° 30
	1.18 um	N° 16
	2.36 um	N° 8
	4.75 um	N° 4
Grueso	9.50 mm	3/8
	12.5 mm	1/2
	19.0 mm	3/4
	25.0 mm	1
	37.5 mm	1 1/2
	50.0 mm	2
	63.00 mm	2 1/2
	75.00 mm	3
	90.00 mm	3 1/2
	100.00 mm	4

Fuente: (400.011, 2020)

b) Por su naturaleza:

Los agregados pueden ser naturales o artificiales, a menudo se utilizan materiales naturales, Además, los agregados utilizados en el concreto se pueden dividir en: agregados gruesos y agregados finos y hormigón (áridos globales) (Torre, 2004).

c) Por su densidad:

Según Torre (2004), se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75, ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75 (p. 44).

2.2.4.1 Agregado fino

Según Abanto (2017) indica que el agregado fino consiste en arena natural, arena industrial o una combinación de las mismas, que pasa a través de un tamiz normalizado 9,5 mm (3/8”) y queda retenido en el tamiz normalizado 74 μm (N°200).

El agregado fino, debe tener la gradación de acuerdo a los límites de la tabla 3.

Tabla 3

Granulometría de AF

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (N°4)	95 a 100
2,36 mm (N°8)	80 a 100
1,18 mm (N°16)	50 a 85
600 μm (N°30)	25 a 60
300 μm (N°50)	05 a 30
150 μm (N°100)	0 a 10

Fuente: (NTP 400.037, 2014)

2.2.4.2 Agregado Grueso

Se define agregado grueso al material almacenado en el tamiz 4.75mm (N°4) por rotura natural o mecánica de rocas y cumple con los límites marcados por la NTP 400.037.

El agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc.

La grava a menudo denominada "piedra", es un grupo de pequeños fragmentos de roca que resultan de la disolución natural de las rocas bajo la acción de hielo y otras sustancias atmosféricas comunes en canteras y lecho de río depositado naturalmente, el peso de la grava está entre 1600 y 1700 kg/m³.

Piedra partida o chancada se llama así al árido grueso que se obtiene triturando artificialmente la piedra o grava. Se puede utilizar cualquier tipo de grava como árido grueso, simplemente sea limpio, resistente y duradero. Su función principal es aportar volumen y aportar resistencia propia. Las pruebas muestran que la grava o la piedra triturada pueden hacer que el concreto sea un poco más duraderos que los hechos con piedra redonda. El peso de la grava se estima entre 1450 y 1500 kg/m³ (Abanto, 2017).

- Análisis granulométrico: El agregado grueso deberá cumplir con los requisitos de la siguiente tabla según los usos especificados:

Tabla 4*Requisitos granulométricos del AG*

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100	90	75	63	50	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	300 μ m
		mm (4 pulg)	mm (3 ½ pulg)	mm (3 pulg)	mm (2 ½ pulg)	mm (2 pulg)	mm (2 ½ pulg)	mm (1 pulg)	mm (¾ pulg)	mm (½ pulg)	mm (3/8 pulg)	mm (N°4)	mm (N°8)	mm (N°16)	mm (N°50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37.5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 70	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
357	50 mm a 4.75 mm (2 pulg a N°4)	...	...	...	100	95 a 100	...	...	35 a 70	0 a 15	...	0 a 15	...	...	...
4	37.5 mm a 19.0 mm (1/2 pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	...
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ pulg a N°4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	...
5	50 mm a 4.75 mm (2 pulg a N°4)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	50 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	...

56	25 mm a 9.5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	...
57	25 mm a 9.5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	...
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	...
67	19 mm a 4 mm (3/4 pulg a N°4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	12.5 mm a 4.75 mm (3/4 pulg a N°4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	9.5 mm a 2.36 mm (3/8 pulg a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	12.5 mm a 9.5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg))	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 ^A	4.75 mm a 1.18 mm (N°8 pulg a N°16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: (NTP 400.037, 2014)

2.2.5 Extracción y preparación de las muestras

Objetivo: Esta Norma Técnica Peruana especifica el procedimiento de muestreo para minerales gruesos, agregados finos y minerales monolíticos para los siguientes propósitos: Investigación preliminar de posibles fuentes de suministro, fuente de control, actividades de control en el punto de uso y aceptar o rechazar material (NTP 400.010).

Procedimiento: Se muestreo de acuerdo a la norma (NTP 400.010) y para los cuales se tomarán todas las medidas los cuales nos llevan a realizar buenos muestreos. Para nuestro muestreo lo realizamos de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 5

Medida de las muestras de Agregado fino y grueso

Tamaño máximo nominal del agregado ^A	Masa mínima aproximada para la muestra de campo kg ^B
<i>AGREGADO FINO</i>	
2,36 mm (N°8)	10
4,76 mm (N°4)	10
<i>AGREGADO GRUESO</i>	
9,5 mm (3/8")	10
12,5 mm (1/2")	15
19,0 mm (3/4")	25
25,0 mm (1")	50
37,5 mm (1 1/2")	75
50,00 mm (2")	100
63,00 mm (2 1/2")	125
75,00 mm (3")	150
90,00 mm (3 1/2")	175

Fuente: (MTC E 201 - 2000) "Muestreo para materiales de construcción"

2.2.5.1 Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N° 200)

Objetivo: Se describe un procedimiento para determinar la cantidad de material fino en el agregado que pasa por un tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado. Durante el ensayo, las

partículas que pasan por el tamiz de 75 mm (No. 200), tales como: arcilla, árido muy fino, materiales solubles en agua, etc., se separan de la superficie del árido mediante lavado (NTP 400.018 2013).

Aparatos:

- Balanza, con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra que se va a ensayar.
- Dos tamices, siendo el menor el No. 200 y el otro el No. 16.
- Recipientes, un recipiente de tamaño suficiente para cubrir la muestra con agua y permitir una agitación vigorosa sin pérdida de partículas o agua.
- Estufa, de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura constante y uniforme de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Muestra de ensayo

- Tómese la muestra de agregado de acuerdo con los procedimientos descritos en la NTP 400.010.
- Si se va a realizar un tamizado en seco, corte la muestra en cuartos a un tamaño suficiente de acuerdo con el tamaño más grande del material. En caso contrario, las muestras no deben ser inferiores a las indicadas en la tabla:

Tabla 6*Cantidad mínima de muestra*

Tamaño nominal máximo de los tamices		Peso mínimo aprox. de la muestra en gramos (g)
4,75 mm	(N° 4) ó menor	300
9,5 mm	(3/8")	1000
19,0 mm	(3/4")	2500
37,5 mm	(1 1/2") o mayor	5000

Fuente: (400.018, NTP, 2013)

Procedimiento.

- La muestra se seca a una temperatura que no exceda los $110 \pm 5^\circ\text{C}$, hasta un peso constante y se pesa con una precisión del 0,1%.
- Después de secar y pesar, la muestra a analizar se coloca en un recipiente y se agrega suficiente agua para cubrir el recipiente. Agite vigorosamente el contenido del recipiente, luego viértalo inmediatamente sobre el tamiz compuesto. Se considera satisfactorio usar una cuchara grande para remover las muestras en agua (NTP 400.018, 2013).
- Agitar bien para separar completamente todas las partículas más finas que no. malla 200 y finos en suspensión para ser eliminados del agua de lavado por decantación. Es práctico tener el cuidado necesario para no aspirar las partículas más gruesas. Repita este paso hasta que el agua de lavado esté completamente limpia (NTP 400.018, 2013).
- Devuelva cualquier material que quede en el conjunto del tamiz a la muestra limpia.
- El agregado lavado, se seca hasta un peso constante a una temperatura que no exceda los $110 \pm 5^\circ\text{C}$ y se pesa con una precisión del 0,1 % del peso de la muestra.

2.2.5.2 *Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos*

Objetivo: Determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada (NTP 400.012, 2018). Los tamices normados para ser utilizados en la distribución granulométrica del árido fino son N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100, el AG debe ser gradado de acuerdo a NTP 400.037 (Abanto, 2017).

Aparatos:

Según la (NTP 400.012, 2018) se requerirá de los siguientes equipos:

- Una balanza con una sensibilidad de al menos 0,1% del peso de la muestra a medir.
- Tamices. Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.
- Estufa de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Muestra: Las muestras de ensayo se obtendrán por cuarteo, ya sea manual o mecánicamente. El agregado debe estar bien mezclado y tener suficiente humedad para evitar la separación y pérdida de partículas finas (NTP 400.012, 2018).

- Para el análisis del tamaño de partículas, las muestras de agregado grueso deben tener un peso seco de aproximadamente del siguiente cuadro:

Tabla 7*Cantidad mínima de muestra de AG*

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas		Peso mínimo de la muestra de ensayo
<i>mm</i>	<i>(Pulg)</i>	<i>kg</i>
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2
19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 1/2)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 1/2)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 1/2)	100
100,0	(4)	150
125,0	(5)	300

Fuente: (NTP 400.012, 2018)

Procedimiento:

Según (NTP 400.012, 2018) el procedimiento es el siguiente:

- Selecciónese un grupo de tamices de tamaños adecuados, para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar. Coloque los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Efectúese la operación de tamizado a mano o por medio de un tamizador mecánico, durante un período adecuado.
- Limite la cantidad de material en un tamiz determinado para que todas las partículas tengan la oportunidad de llegar a la abertura del tamiz durante la operación del tamizado.
- Para mezclas de agregados gruesos y finos, la porción de la muestra más fina que el tamiz es de 4,75 mm (No. 4) se puede dividir entre dos o más conjuntos de tamices para evitar la sobrecarga de un tamiz.

- Si las partículas miden más de 75 mm (3 pulgadas), tamice manualmente para determinar el tamaño de malla más pequeño por el que pasarán las partículas.
- El peso total del material tamizado debe compararse con el peso inicial de la muestra. Los resultados no son aceptables si difieren en más del 0,3 % del peso seco original.

2.2.5.3 *Peso unitario y vacíos de los agregados*

Objetivo: Establecer un método para determinar el peso unitario libre o compactado y el porcentaje de vacíos en los agregados, ya sea que el agregado sea agregado fino, agregado grueso o una mezcla de ambos (NTP 400.017, 2016).

Aparatos:

Según (NTP 400.017, 2016) se requiere los siguientes aparatos:

- Balanza, debe medirse dentro del 0,1% del material utilizado.
- Varilla compactadora, de acero, cilíndrica, de 16 mm (5 /8") de diámetro.
- Recipientes de medida, metálicos, cilíndricos, preferiblemente provistos de agarraderas.

Procedimiento:

Según (NTP 400.017, 2016) el procedimiento es el siguiente:

Para agregados de tamaño nominal menor o igual que 39 mm (1 1/2").

- El agregado se debe colocar en los recipientes en tres capas de aproximadamente igual volumen hasta llenarlos.
- Cada capa se alisa a mano y se golpea con el extremo abovedado de la varilla 25 veces, distribuidas uniformemente en cada capa.

- Al aplicar la primera capa, la varilla no debe tocar el fondo del envase. Al sellar la capa superior, aplique la fuerza necesaria para que la varilla pase solo a través de la capa correspondiente.
- Cuando el contenedor está lleno, se suele nivelar la superficie con una varilla y se determina el peso de todo el contenedor en kg.

2.2.5.4 *Peso específico y absorción de agregados finos*

Objetivo: Describe el procedimiento a seguir para determinar la gravedad específica aparente y verdadera a 23 °C y la absorción después de 24 horas sumergidos de agua, de agregados menores del tamiz N°4. (NTP 400.022, 2018)

Aparatos:

Según (NTP 400.022, 2018) los aparatos son los siguientes:

- Balanza.
- Matraz aforado o picnómetro.
- Se puede utilizar un matraz aforado de 500 cm³ o un frasco de La Chatelier para tamaños de áridos más finos.
- Molde cónico.
- Varilla para apisonado, metálica.
- Bandejas de zinc, de tamaño apropiado.
- Un dispositivo que proporcione una corriente de aire caliente de velocidad moderada.

Procedimiento:

Según (NTP 400.022, 2018) el procedimiento es el siguiente:

- Después de que la muestra esté completamente homogeneizada y el material más grande que la malla N°4, se quita, toma aprox. 1 kg de cuatro porciones iguales,

poner en un horno a 100-110°C para secar y luego enfriar a temperatura ambiente para su conservación al aire. 1 a 3 horas. Después de enfriar, pesar y secar nuevamente hasta alcanzar un peso constante. Luego sumérgalo en agua y déjelo en remojo durante 24 ± 4 horas.

- Al final del período de inmersión, vierta con cuidado el agua para evitar la pérdida de partículas finas y extienda la muestra en una bandeja, comience por secar la superficie del granulado, pase por encima un flujo moderado de aire caliente, revolviendo continuamente para seque uniformemente y continúe secando hasta que las partículas fluyan libremente.
- Para configurar esto cuando comience a observar visualmente el agregado acercándose a este estado, adhiérase a la forma cónica, coloque su diámetro más grande sobre una superficie plana no absorbente, viértalo a través del embudo y no agregue suficiente muestra. golpee ligeramente la barra 25 veces, luego levante con cuidado el molde verticalmente. Si todavía queda exceso de humedad en la superficie de las partículas, el cono de agregado conservará su forma original, por lo que se continúa sacudiendo y secando la muestra, y se realiza la prueba del cono con frecuencia hasta que se produce la primera fractura de la superficie, lo que indica que el agregado finalmente ha alcanzado la sequedad superficial. El procedimiento anterior solo es válido si no se produce una fractura de la superficie durante la primera prueba, ya que esto daría lugar a una falta de seguridad en condiciones húmedas de la superficie.
- Inmediatamente coloque 500 g de agregado fino preparado como se indicó anteriormente en un picnómetro previamente pesado y agregue agua hasta aproximadamente el 90% de su volumen; para eliminar el aire atrapado, haga rodar

el picnómetro sobre una superficie plana, agítelo o gírelo si es necesario, luego colóquelo en un baño de agua a 21°C a 25°C durante 1 hora, luego iguale la temperatura con agua, retírelo del agua, secalos rápidamente en superficie y medir su peso total (picnómetro, muestra y agua) es aprox. 0,1g.

- Retirar el agregado fino del matraz y secar en estufa a 100 - 110 °C hasta peso constante, enfriar al aire a temperatura ambiente por 1-1/2 horas y finalmente medir su peso seco.

2.2.5.5 *Peso específico y absorción de agregados gruesos*

Objetivo: Describe el procedimiento a seguir para determinar la gravedad específica aparente y nominal y la absorbencia del tamaño del agregado igual o mayor que la malla N°4 después de remojar en agua durante 24 horas (NTP 400.021, 2018).

Aparatos:

Según (NTP 400.021, 2018) los aparatos son los siguientes:

- Balanza con capacidad, igual o superior a 5000 g en función del tamaño máximo de la probeta, con una sensibilidad de 0,5 g para balanzas de hasta 5000 g.
- Canastillas metálicas.
- Dispositivo de suspensión, se utilizará cualquier dispositivo que permita suspender las canastillas de la balanza, una vez sumergida.

Preparación de la muestra

- Mezclar completamente los agregados, cuarteándolos seguidamente, para obtener aproximadamente la cantidad mínima necesaria para el ensayo, después de eliminar el material inferior a 4.75 mm. La cantidad mínima para este ensayo se indica en el cuadro siguiente, en función al tamaño nominal del agregado (NTP 400.021, 2018).

Tabla 8*Peso mínimo de la muestra de ensayo*

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas		Peso mínimo de la muestra de ensayo
<i>mm</i>	<i>(Pulg)</i>	<i>kg</i>
HASTA 12,5	(1/2)	2 (4,4)
19,0	(3/4)	3 (6,6)
25,0	(1)	4 (8,8)
37,5	(1 1/2)	5 (11)
50,0	(2)	8 (18)
63,0	(2 1/2)	12 (26)
75,0	(3)	18 (40)
90,0	(3 1/2)	25 (55)
100,0	(4)	40 (88)
112,0	(4 1/2)	50 (110)
125,0	(5)	75 (165)
150,0	(6)	125 (276)

Fuente: (NTP 400.021, 2018)

Procedimiento:

Según (NTP 400.021, 2018) el procedimiento es el siguiente:

- La muestra se lava primero con agua hasta que se elimine por completo el polvo u otra materia extraña adherida a la superficie de las partículas; luego se seca en un horno a 100°-110°C y se enfría al aire a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Después de enfriar, se pesa, se repite el secado hasta peso constante y se sumerge en agua, también a temperatura ambiente, durante 24 ± 4 horas.
- Después del período de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un pifio absorbente de gran tamaño, hasta que se elimine el agua superficial visible, secando individualmente los fragmentos mayores. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar cualquier evaporación de la

superficie de los agregados. A continuación, se determina el peso de la muestra en el estado de saturada con superficie seca. Estas y todas las pesadas subsiguientes se realizarán con una aproximación de 0.5 g para pesos hasta 5000 g y de 0.0001 veces el peso de la muestra para pesos superiores.

- Luego se coloca la muestra en una canasta de metal y se pesa cuando se sumerge en agua entre 21 °C y 25 °C con un peso unitario de $0,997 \pm 0,002 \text{ g/cm}^3$. Deben tomarse las precauciones necesarias para evitar la entrada de aire en las muestras sumergidas y para agitarlas adecuadamente. Al pesar, la cesta y la muestra deben estar completamente sumergidas, y el cable colgante debe ser lo más delgado posible para que su inmersión no afecte el pesaje.
- Luego, la muestra se seca en un horno a 100° - 110°C, se enfría al aire a temperatura ambiente durante 1-3 horas y se determina su peso seco a peso constante.

2.2.5.6 Abrasión de los ángeles al desgaste de los agregados

Objetivo: El procedimiento a seguir cuando se realizan pruebas de abrasión en agregados gruesos de hasta 1 ½ pulgadas de tamaño con la máquina Los Ángeles, este método se utiliza para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o agregados triturados utilizando equipos con un material abrasivo cómo se describió anteriormente (NTP 400.019, 2014).

Aparatos y materiales:

Según (NTP 400.019, 2014) indica los aparatos son los siguientes:

- Balanza, que determine el peso con aproximación de 1 g.
- Estufa, que pueda mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Tamices.
- Máquina de Los Ángeles.

- Carga abrasiva el cual consistirá en esferas de acero o de fundición.

La carga abrasiva dependerá de la granulometría de ensayo, A, B, C o D, será de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 9

Carga abrasiva de acuerdo a la gradación

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

Fuente: (NTP 400.019, 2014)

Preparación de la muestra:

- La muestra consistirá en agregado limpio por lavado y secado en horno a una temperatura constante comprendida entre 105 y 110 °C, separada por fracciones de cada tamaño y recombinadas con una de las granulometrías indicadas en el cuadro (NTP 400.019, 2014).
- La muestra antes de ensayada deberá ser pesada con aproximación de 1 g.

Procedimiento:

Según (NTP 400.019, 2014) el procedimiento es el siguiente:

- La muestra y la carga abrasiva correspondiente, se colocan en la máquina de Los Ángeles, y se hace girar el cilindro a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm; el número total de vueltas deberá ser 500. La máquina deberá girar de manera uniforme para mantener una velocidad periférica prácticamente constante. Una vez cumplido el número de vueltas prescrito, se descarga el material del cilindro y se procede con una separación preliminar de la muestra ensayada, en el tamiz # 12. La

fracción fina que pasa, se tamiza a continuación empleando el tamiz N° 12. El material más grueso que el tamiz N° 12 se lava, se seca en el horno, a una temperatura comprendida entre 105 a 110 °C, hasta peso constante, y se pesa con precisión de 1 g.

- Cuando el agregado esté libre de costras o de polvo, puede eliminarse la exigencia del lavarlo antes y después del ensayo. La eliminación del lavado posterior, rara vez reducirá la pérdida medida, en más del 0.2% del peso de la muestra original.

2.2.6 *Diseño de mezclas*

El objetivo al diseñar una mezcla de concreto consiste en determinar la combinación más practica y económica de los materiales disponibles, el autor (Abanto, 2017) indica “la selección de las proporciones del concreto, implica un balance entre economía razonable y requerimiento de ciertas características las cuales están regidas por el uso futuro del concreto y las condiciones esperadas a ser encontradas en el momento de la colocación de la mezcla”. (p. 59)

Los pasos para lograr tal objetivo, una mezcla de concreto bien proporcionada deberá poseer las propiedades siguientes:

Paso 1: Seleccione la resistencia promedio requerida para lograr la resistencia

Tabla 10

Cuadro de porcentajes de seguridad

Resistencia de diseño	Resistencia requerida
$f_c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f_{cr} = f_c + 70 \text{ kg/cm}^2$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f_{cr} = f_c + 84 \text{ kg/cm}^2$
$350 \text{ kg/cm}^2 < f_c$	$f_{cr} = f_c + 98 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: (Edificaciones, 2006)

Paso 2: Selección del Asentamiento

Tabla 11

Selección del asentamiento (SLUMP)

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	≥ 5"

Fuente: (Abanto, 2017, pág. 64)

Paso 3: Selección del tamaño máximo del agregado

El tamaño máximo del agregado se obtendrá del ensayo realizado granulometría.

Paso 4: Estimación del agua de mezclado y contenido de aire

Tabla 12

Volumen de agua por metro cúbico

Revenimiento	Volumen de agua por metro cúbico (l/m ³)							
	Tamaño máximo nominal del agregado grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1½"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
5" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto 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
5" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-
Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Fuente: (Torre, 2004)

Paso 5: Selección de la relación agua-cemento (a/c)

Tabla 13*Relación de agua/cemento*

f'cr (kg/cm²)	Relación agua/cemento (resistencia)	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	0.35
450	0.38	0.31
500	0.33	

Fuente: (Torre, 2004, pág. 103)

Paso 6: Calculo del factor cemento (FC):

$$Factor\ Cemento = \frac{Agua}{a/c}$$

Paso 7: Estimación del contenido de agregado grueso

Tabla 14*Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto*

Factor para calcular el peso del agregado grueso				
Tmn del agregado grueso	Módulo de fineza del agregado fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1½"	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

Fuente: (Torre, 2004, pág. 103)

Paso 8: Cálculo de los volúmenes absolutos (agregado grueso, agua, cemento y aire)**Paso 9:** Ajustar estas proporciones en función de la humedad y de la cantidad de partículas finas y gruesas absorbidas.

2.2.7 Fibra de polipropileno

Las fibras sintéticas se fabrican por el hombre y son el resultado de la investigación y el desarrollo de las industrias petroquímicas y textiles. Las fibras que se empleen en la fabricación de concreto deben cumplir con las especificaciones del (Comite ACI 544.1R-96, 2002).

Las fibras de polipropileno fueron usadas por primera vez en los años sesenta, “El polipropileno es un polímero de hidrocarburo sintético, cuya fibra se fabrica mediante el proceso de extrusión por medio de estiramiento en caliente del material a través de un troquel. Es producida como monofilamento de sección circular, y se corta según la longitud requerida. Esta fibra es manufacturada también fibrilada o como cinta de sección rectangular” (Comite ACI 544.1R-96, 2002, p. 42).

Corresponden a una nueva tecnología que ofrece ventajas. Pueden ser aplicadas en concretos lanzados como refuerzo en estabilizaciones de taludes, soporte para túneles y minas, aseguramiento de tierra y roca artificial. Sin embargo, hasta ahora solo se han utilizado fibras metálicas para estas aplicaciones, ignorando las ventajas y virtudes que presenta el uso de fibras de polipropileno (Comite ACI 544.1R-96, 2002).

Para otorgarle mayores cualidades al concreto lanzado, las fibras de polipropileno de alta resistencia constituyen una innovadora alternativa al ser más livianas, no sufrir oxidaciones y permitir considerables ahorros de tiempo y de cantidad de concreto lanzado. Asimismo, es un producto que al ser bombeado provoca un menor desgaste en tuberías y mangueras, a diferencia del desgaste que produce las fibras metálicas.

Según reportes, las fibras de polipropileno reducen la contracción no restringida, plástica y por secado del concreto para contenidos de fibra de 0.1 a 0.3 % por volumen.

Aplicación: Las fibras inhiben la figuración intrínseca en todo tipo de concreto, siendo particularmente adecuadas en la industria del concreto premezclado.

2.2.8 Concreto reforzado con fibra

2.2.8.1 Historia del concreto reforzado con fibra

“Desde la antigüedad, las fibras se han utilizado para reforzar los materiales frágiles. La paja se usó para reforzar los ladrillos cocidos al sol, y se utilizó crin de caballo para reforzar el mortero de albañilería y el yeso. Una casa de pueblo construida alrededor de 1540, que se cree que es la casa más antigua de los Estados Unidos, está construida de adobe cocido por el sol reforzado con paja” (Comite ACI 544.1R-96, 2002, p. 2)

En el siglo XX, el interés por las fibras sintéticas como componentes materiales de construcción se informó por primera vez en 1965. Departamento de Investigación y Desarrollo miembro del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos se utilizan fibras monofilamento sintéticas en estructuras para observar la resistencia a la explosión de la estructura.

2.2.8.2 Definición del concreto reforzado con fibra

Se añaden fibras de diferentes materiales (acero, plástico, nailon, etc.) para crear una estructura interna capaz de soportar una mayor tracción que el concreto ordinario (Pasquel Carbajal, 1998, p. 217)

Debido a la flexibilidad de los métodos de producción, el concreto reforzado con fibras es un material de construcción económico y práctico. Sin embargo, las investigaciones muestran que la fibra sintética es eficaz en las primeras etapas de composición, cuando la matriz es débil, frágil y de baja resistencia.

2.2.8.3 Clasificación de fibras

Se clasifican en cuatro según su material: (a) fibras de vidrio, (b) metálica, (c) naturales, y (c) sintéticas.

“Las fibras sintéticas son naturales o fibras artificiales resultantes de la investigación y el desarrollo en las industrias petroquímica y textil. Los tipos de fibras sintéticas que se han probado en las matrices de cemento portland son: acrílico, aramida, carbono, nylon, poliéster, polietileno y polipropileno” (Comite ACI 544.1R-96, 2002)

2.2.8.4 Usos

Las fibras de polipropileno se pueden usar para:

- En el control del agrietamiento de la matriz, el cual es el resultado del encogimiento por secado (tensión intrínseca).
- Aplicar un método más económico y eficiente que el de la malla de alambre, para proveer estabilidad dimensional para refuerzo secundario (acero de temperatura).
- Reducir la permeabilidad del concreto.
- Mayor resistencia al desprendimiento e impacto en el concreto.

2.2.9 Propiedades del concreto

a) La trabajabilidad

Según Abanto (2017) “Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones” (p. 47).

Actualmente no existe ninguna prueba que nos permita cuantificar esta propiedad; normalmente se evalúa en pruebas de cumplimiento.

b) La consistencia

Está determinado por el grado de humectación de la mezcla, que depende principalmente de la cantidad de agua utilizada (Abanto, 2017).

Ensayo de consistencia del concreto:

El ensayo de revenimiento se llevará a cabo al realizar todas las mezclas de concreto con fibras sintéticas y las mezclas de control, para lo cual se tendrá que requerir:

Según (NTP 339.035, 2022) se usará los siguientes aparatos:

- a) Cono de revenimiento: Un cono de acero de 30 cm de altura, 10 cm de diámetro interior en la punta superior y 20 cm de diámetro interior, en la punta inferior con sujetadores y asas en los lugares apropiados.
- b) Varilla compactadora: varilla redonda de acero de 16 mm de diámetro y 60 cm de largo, con punta semiesférica (punta de bala).

Según (NTP 339.035, 2022) para el ensayo de revenimiento se siguieron los siguientes pasos:

- i. El molde se coloca sobre una superficie plana no absorbente, con la abertura más pequeña hacia arriba. Posteriormente el molde se presiona hacia abajo, cogiendo las agarraderas, con el objeto de que, al colocar la mezcla, ésta no se salga por la parte inferior del molde.
- ii. Se llena el cono en 3 capas, cada una aproximadamente con una tercera parte del volumen total del molde. Cada capa se apisona 25 veces con una varilla lisa de 16mm de diámetro y más o menos 60cm de largo. La introducción de la varilla se debe hacer en diferentes sitios de la superficie con el fin de que la compactación sea homogénea en la sección transversal.
- iii. Después de realizar el apisonamiento en la última capa, es necesario alisarse a ras la superficie; luego, se quita la mezcla que cayó al suelo alrededor de la base del molde, dejando limpia la zona aledaña.

- iv. Inmediatamente después se retira el molde, alzándolo cuidadosamente en dirección vertical sin movimientos circulares o laterales y sin tocar la mezcla con el molde cuando éste se haya separado del concreto fresco.
- v. Se mide la diferencia de altura entre el molde y del concreto fresco asentado, valor que será determinante de la consistencia del concreto ensayado.

c) **La Resistencia a la Compresion**

Este ensayo es adecuado para concreto con peso unitario superior a 800 kg/m³, su composición es aplicar una carga de compresión a una muestra cilíndrica en una velocidad constante hasta el fallo, el resultado es como referencia para el control de calidad específico, si se alcanza su resistencia de diseño (NTP 339.034, 2021).

Según la NTP 339.034 (2021) la resistencia del concreto es función de cuatro factores:

- Relación agua – cemento
- Relación cemento – agregados
- Granulometría, perfil, textura superficial, resistencia y dureza del agregado
- Tamaño máximo del agregado.

Ensayo:

Según NTP 339.034 (2021) el ensayo de resistencia a compresión para concreto reforzado o adicionado con fibra, se realiza de acuerdo a la norma ASTM C39, se utilizará un concreto convencional. Los cilindros que se deben de usar para la prueba son de 6 × 12 pulgadas (150 × 300 mm), los cilindros se moldean en tres capas, hasta un tercio de altura, compactando a continuación con la barra elegida con 25 golpes verticales. El proceso se repite con las siguientes dos capas, de manera que la barra penetre hasta la capa precedente

no más de 1". En la última, para enrasar a tope con el borde superior del molde, utilizando la barra de compactación, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.

Los cilindros son desmoldados después de 24 horas de colocado, y se colocan en una cámara de curado con humedad y temperatura controlada, donde permanecen hasta la edad de la prueba de 3, 7, 14 y 28 días como lo establece la NTP 339.034.

Una vez preparadas las briquetas, se le aplica una carga axial de compresión, creciente hasta su ruptura; la carga máxima que se alcanza dividida entre la sección transversal del espécimen corresponde al esfuerzo máximo aplicado que define la resistencia del concreto a compresión.

Figura 1

Especímenes preparándose y etiquetándose de colores de acuerdo al tipo de concreto elaborado



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15*Tolerancia admisible para ensayos a compresión*

Edad de ensayo	Tolerancia admisible
24 h	± 0.5 h o 2.1%
3 días	2 h o 2.8%
7 días	6 h o 3.6%
28 días	20 h o 3.0%
90 días	2 días o 2.2%

Fuente: (NTP 339.034, 2021)

d) La impermeabilidad

Es una de las propiedades del concreto que se puede mejorar reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua se evapora, dejando vacíos que permiten que el agua se filtre o pase a través del concreto (Abanto, 2017).

La permeabilidad depende significativamente del grado de compactación del concreto y del contenido de cemento en la mezcla; cuanto más cemento, menos permeable, buena hidratación del mortero (se requieren buenas propiedades de endurecimiento y elongación) y el uso de puzolanas activadas. Por supuesto, la permeabilidad del agregado es muy importante en el concreto, porque el agregado constituye el 75% del volumen del concreto (Abanto, 2017).

e) La durabilidad

El concreto debe poder endurecerse y mantener sus propiedades a lo largo del tiempo, incluso en condiciones de exposición que normalmente lo deteriorarían o harían perder su capacidad estructural. Así, el concreto duradero se define como aquel que es capaz de resistir satisfactoriamente los efectos de las condiciones de uso a las que está sometido (Abanto, 2017).

Los factores externos o internos que pueden comprometer la durabilidad del concreto son los procesos de congelación y descongelación; humectación y secado; calefacción y refrigeración; exposición a productos químicos; especialmente cloruros y sulfatos; y aditivos descongelantes (Abanto, 2017).

El concreto puede deteriorarse cuando se expone a varios productos químicos activos o sustancias que no son dañinas en sí mismas pero que pueden reaccionar con todos los elementos que componen el concreto. Las sustancias consideradas peligrosas son, los ácidos orgánicos, las sales inorgánicas, los cloruros, los sulfatos de sodio, magnesio o calcio, las aguas que contienen muy poca o ninguna sal en disolución, es decir que están casi químicamente puras, el nitrato de amonio, las grasas, aceites minerales (Abanto, 2017).

f) La resistencia a la contracción plástica

Según Dávila Mercado (2010) las grietas por contracción plástica son grietas que aparecen en ocasiones, en la superficie del concreto fresco, y se desarrollan por la pérdida de agua por evaporación de la superficie del concreto y generalmente se asocian con los vaciados en climas cálidos; sin embargo pueden ocurrir en cualquier ocasión en que las condiciones ambientales produzcan una evaporación rápida del agua o pérdida brusca del agua en la superficie del concreto con mayor rapidez que con la que puede aparecer en la superficie durante el proceso de sangrado.

Las grietas por contracción plástica se originan debido al cambio de volumen en el concreto plástico. Las siguientes condiciones, solas o de manera colectiva, incrementan la evaporación del agua en la superficie y aumentan la posibilidad del agrietamiento por contracción plástica:

- Temperatura elevada del aire.

- Humedad relativa baja.
- Vientos fuertes.
- Temperatura elevada del concreto.

Ensayo:

Para llevar a cabo la prueba de contracción plástica se siguieron las recomendaciones y referencias del ACI 544.2R (“Measurements of Properties of Fiber Reinforced Concrete”) y Dahl (Dahl, 1985). La prueba consiste en fabricar anillos, y someterlos a un flujo de viento de 4 m/s que se hace pasar por un túnel de viento en un ambiente controlado a una temperatura de 20°C y una humedad relativa de 40%.

La prueba se basa en muestras de anillos de 80 mm de altura y diámetros interior y exterior de 280 y 580 mm, respectivamente, moldeados sobre una superficie metálica no absorbente. El molde metálico sobre el cual se fabrica el espécimen tiene 12 restricciones metálicas colocadas simétricamente sobre el anillo metálico exterior. Las dimensiones de las restricciones son de 5 mm de espesor, 30 mm de longitud y 80 mm de altura como se observa en la figura que se muestra a continuación:

Figura 2*Elaboración de anillos*

El moldeado de los anillos se realiza en una sola capa y la compactación se lleva a cabo mediante un vibrado externo por 25 segundos. La prueba consiste en monitorear la aparición de grietas sobre la superficie del concreto, y tiene una duración aproximada de 6 horas desde la aparición de las primeras grietas hasta que ya no se presentan mayor cantidad de ellas o hasta que se detiene el desarrollo de las mismas. En el caso de la prueba se tomó como parámetro el tiempo de 6 horas, para que todas las mezclas presentaran el mismo tiempo, y fuera posible comparar los resultados. En la figura 03 se puede observar el equipo para la prueba en conjunto, en donde se emplearon focos de 100 watts para poder mantener las condiciones de temperatura y humedad relativa, para la generación del flujo de viento se utilizó un ventilador y para el control de la velocidad del viento se utilizó un anemómetro digital de mano y para el control de la temperatura y la humedad relativa se utilizó un higrómetro.

Figura 3

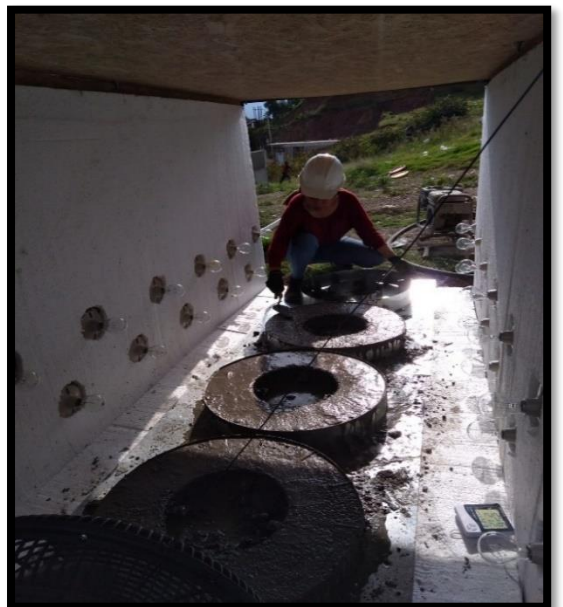
Equipo utilizado para el ensayo de contracción plástica



Fuente: Elaboración propia

Figura 4

Llenado y vibrado de los especímenes

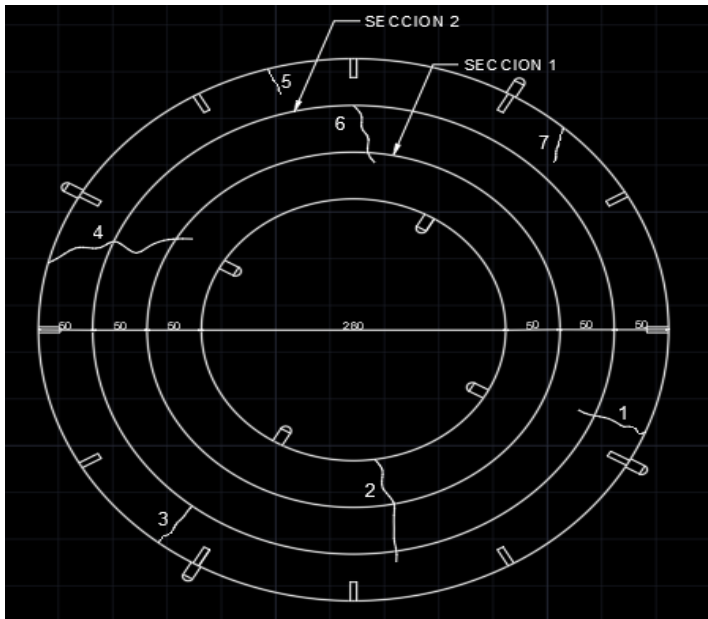


Fuente: Elaboración propia

Figura 5*Especímenes ensayándose*

Fuente: Elaboración propia

Las condiciones del ambiente se mantuvieron de 20° a 25° de temperatura, 35% a 45% de humedad relativa, para la medida de estos valores se utilizó un higrómetro digital, la velocidad del viento se controló en un promedio de 4 m/s, para la generación del viento se utilizó un ventilador y para el control de la velocidad se utilizó un anemómetro digital de mano. El objetivo es determinar un índice de grieta, el cual se calcula como el promedio de los anchos de grieta sobre la sección 1 y la sección 2. En la figura 6 se puede observar un esquema del desarrollo de las grietas durante la prueba.

Figura 6*Esquema de desarrollo de grietas*

Fuente: Elaboración propia

2.3 Marco conceptual

- a) Agregado: “Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta NTP. Se les llama también áridos”. (NTP 400.011, 2008, p. 2)
- b) Agregado fino: “Agregado artificial de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037”. (NTP 400.011, 2008, p. 4)
- c) Agregado grueso: “Agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (N° 4) que cumple los límites establecidos en la NTP 400.037, proveniente de la disgregación natural o artificial de la roca”. (NTP 400.011, 2008, p. 4)
- d) Cemento portland: “Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda”. (NTP 334.009, 2016, p. 5)

- e) Agua: “El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido”. (Abanto Castillo, Flavio, p. 21)
- f) Concreto: “El concreto es una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente a la resistencia”. (Abanto Castillo, Flavio, p. 11)
- g) Fibra sintética: Son microfibras desarrolladas en la industria textil petroquímica, actúa como refuerzo en el concreto.
- h) Resistencia a la contracción plástica: Las grietas por contracción plástica son grietas que aparecen en ocasiones, en la superficie del concreto fresco, y se desarrollan por la pérdida de agua por evaporación de la superficie del concreto y generalmente se asocian con los vaciados en climas cálidos.
- i) Resistencia a compresión: Es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado con dicho material sin romperse.
- j) Losa aligerada: También llamados techo aligerado son elementos estructurales importantes las cuales deben ser diseñados y construidos cuidadosamente y están conformados por viguetas, ladrillos, losa y refuerzo.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis

3.1.1 *Hipótesis general*

La adición de fibras sintéticas de polipropileno influye en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² en losas aligeradas, Abancay 2021.

3.1.2 *Hipótesis específicas*

HE1: La adición de fibras sintéticas de polipropileno influye en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica del concreto $f'_c=210$ kg/cm² en losas aligeradas, Abancay 2021.

HE2: La adición de fibras sintéticas de polipropileno influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c= 210$ kg/cm² en losas aligeradas, Abancay 2021.

3.2 Método

El método de investigación utilizado fue el Método deductivo, para Pimienta y Orden (2017) “el método deductivo es el que permite estructurar razonamientos mediante el cual se obtienen conclusiones a partir de una o varias premisas. Es un método que se utiliza

comúnmente en la enseñanza y se basa en 4 pasos: Observación, formulación de hipótesis, Deducción y Experimentación. Este método parte de conclusiones generales para establecer conclusiones sobre fenómenos particulares”, en esta investigación parte de la observación de los agrietamientos y/o fisuramientos que se presentan en las losas aligeradas y la posible solución de reemplazar el acero de temperatura por fibras sintéticas de polipropileno, siendo este el problema de la investigación, seguidamente se realiza un estudio de la causa de estos agrietamientos y/o fisuramientos en losas aligeradas y la influencia en las propiedades de contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto al reemplazar el acero de temperatura por fibras sintéticas de polipropileno que son asociados a las variables independientes. Finalmente se realiza un proceso empírico mediante la experimentación en laboratorio para así buscar la validación del diseño planteado.

El enfoque de esta investigación es **cuantitativo**, ya que se realiza un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos, así como su integración y discusión conjunta y lograr un mayor rendimiento de los fenómenos que se están estudiando (Hernandez & Mendoza, 2018).

3.3 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada Pimienta y Orden (2017) indica “La investigación aplicada tiene como objetivo principal la búsqueda y consolidación del saber, así como la aplicación de conocimientos cultural y científico, y la producción de tecnología al servicio de la sociedad” (pág. 9).

3.4 Nivel o alcance de investigación

La presente investigación tiene un alcance **Descriptivo**, debido a que se describen las características y propiedades encontradas tras la adición de fibras sintéticas a un concreto

convencional, así mismo se explicara la influencia en las propiedades del concreto tras la adición de fibra sintéticas al concreto convencional (Hernandez & Mendoza, 2018).

3.5 Diseño de la Investigación

La investigación tiene un diseño **Experimental**, debido a que se ha buscado manipular las variables independientes mediante la añadidura en ciertas cantidades establecidas de fibra sintética de polipropileno y así buscar variar las variables dependientes, teniendo un esquema experimental del tipo **Causa – Efecto** (Hernandez & Mendoza, 2018).

3.6 Operacionalización de variables

3.6.1 Variable independiente

- Fibra sintética de polipropileno.

3.6.2 Variable dependiente

- Resistencia al agrietamiento por contracción plástica.
- Resistencia a la compresión

Tabla 16*Variable Independiente*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable Independiente: Fibra sintética de polipropileno	La fibra de polipropileno en una microfibra de tipo sintética o plástica, consistente en elementos continuos o discontinuos de este material, ensamblados a una matriz plástica (Comite ACI 544.1R-96, 2002).	Se adiciona un porcentaje de F.S.P en el concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con el objetivo de obtener un concreto optimo en la resistencia a la contracción plástica y compresión.	Cantidad de F.S.P al adicionar en el concreto	Adición de 0.25 kg/m^3 Adición de 0.50 kg/m^3 Adición de 0.75 kg/m^3	Fichas de registros de datos para ensayos de laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17*Variable dependiente*

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable					
Dependiente:	Las grietas por contracción plástica son grietas que aparecen en ocasiones, en la superficie del concreto fresco, y se desarrollan por la pérdida de agua por evaporación de la superficie del concreto (ACI 544.2R-89, 1999).	El ensayo consiste en fabricar anillos de 80mm de altura y diámetro interior y exterior 280 y 580mm moldeados sobre una superficie metálica no absorbente.	Resistencia al agrietamiento por contracción plástica	Longitud de grieta Ancho de grieta	Fichas de registros de datos para ensayos de laboratorio
Resistencia al agrietamiento por contracción plástica,		El ensayo consiste en roturar testigos cilíndricos de 30x15cm.	Resistencia a la compresión	Resistencia a los 3,7,14 y 28 días.	Fichas de registros de datos para ensayos de laboratorio
Resistencia a la compresión	Es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado con dicho material sin romperse, dado que el concreto está diseñado principalmente para resistir refuerzos de compresión.				

Fuente: Elaboración propia

3.7 Población, muestra y muestreo

3.7.1 Población

Como indica (Hernandez & Mendoza, 2018), “Población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.” Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo.

La población para esta investigación es el concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, elaborado con cemento portland tipo I, agregado grueso, agregado fino, agua potable, esta mezcla se realizó en la ciudad de Abancay, con las siguientes adiciones de 0.25 kg/m^3 , 0.50 kg/m^3 y 0.75 kg/m^3 y un concreto patrón, para la resistencia al agrietamiento por contracción plástica se realizaron anillos, como también losas y para la resistencia a la compresión se realizó 64 probetas para cada edad de 3, 7, 14 y 28 días de curado.²

3.7.2 Muestra

Rivas (2017) indica que una muestra se define como una parte de la población de estudio seleccionada para obtener la información necesaria para realizar la investigación, donde se realizara la observación y medición de variables de estudio.

Para esta investigación se realizó los siguiente:

Resistencia al agrietamiento por contracción plástica:

De acuerdo a lo estipulado en el ACI 544.2R Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete, para medir la resistencia al agrietamiento por contracción plástica recomienda ensayar 01 muestra por cada cantidad de fibra sintética por metro cubico.

Tabla 18*Cantidad de ensayos utilizados*

Ensayos de anillos de contracción plástica	Cantidad de ensayos
Mezcla de concreto sin adición de fibras sintéticas, (concreto patrón).	01 ensayo
Mezcla de concreto con adición de fibras sintéticas, se adiciona 0.25kg/m ³ .	01 ensayo
Mezcla de concreto con adición de fibras sintéticas, se adiciona 0.50kg/m ³ .	01 ensayo
Mezcla de concreto con adición de fibras sintéticas, se adiciona 0.75kg/m ³ .	01 ensayo
Total	04 ensayos

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a la compresión

La muestra se seleccionó en base a la (NTP 339.034, 2021), la investigación será conformado por todas las probetas de 15 cm diámetro por 30 cm de altura según la norma ASTM C-39, del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que está compuesto de cemento, agua, agregado grueso, agregado fino, donde se añadirá fibra sintética en cantidades de (0.25 kg/m³, 0.50 kg/m³, 0.75 kg/m³). Considerando la norma E-060 se realizó 04 diseños de mezclas, donde se realizó la rotura de probetas en 04 diferentes tiempos de: 3, 7, 14 y 28 días, resultando en un total de 64 probetas.

Tabla 19*Cantidad de probetas utilizadas*

Probetas	Cantidad de probetas
Mezcla de concreto sin adición de fibras sintéticas, (concreto patrón).	16 probetas
Mezcla de concreto con adición de fibras sintéticas, se adiciona 0.25kg/m ³ .	16 probetas
Mezcla de concreto con adición de fibras sintéticas, se adiciona 0.50kg/m ³ .	16 probetas
Mezcla de concreto con adición de fibras sintéticas, se adiciona 0.75kg/m ³ .	16 probetas
Total	64 probetas

Fuente: Elaboración propia.

3.7.3 Muestreo

Según Rivas (2017), afirma “En el muestreo no probabilístico o no aleatorio los sujetos tienen un sesgo en su elección, bien sea por comodidad del investigador, por economía o porque se considere justificante que la no aleatoriedad no le resta valor a los hallazgos y capacidad de generalización” (pág. 183)

3.8 Técnicas e instrumentos

Técnica: Las técnicas utilizadas para la investigación serán el campo de análisis visual de materiales como agregados finos, agregados gruesos, cemento, agua, fibra sintética y laboratorios, determinaremos sus propiedades físicas – mecánicas, las cuales serán necesarias para analizar la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la

compresión del concreto, como también se realizará un análisis mediante formatos de recolección de datos y cuadros comparativos.

Por otro lado, parte de las fuentes científicas serán normas nacionales e internacionales como son ASTM, ACI, NTP, etc.

Instrumentos: A continuación, se detalla una breve descripción y los pasos que se siguieron para cada uno de los ensayos que se realizaron a los agregados que se utilizaron en la presente investigación:

- Ficha para el ensayo de granulometría del agregado grueso y fino.
- Ficha para el ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso y fino.
- Ficha para el ensayo de peso unitario y vacíos del agregado fino y grueso.
- Ficha para el ensayo de peso unitario varillado del agregado grueso.
- Ficha para el ensayo del contenido de humedad del agregado grueso y fino.
- Ficha para el diseño de mezclas.
- Ficha para el ensayo de resistencia al agrietamiento por contracción plástica.
- Ficha de ensayo de Resistencia a compresión.

3.9 Consideraciones éticas

Ética Científica:

(CIP Sur, 2017) “Se tuvo como base al código ético del Ingeniero Civil, elaborado por el Colegio de Ingenieros del Perú (en el cual se establece todas las sanciones que serán aplicadas a las faltas al comportamiento preceptuado por el Código). Por ello esta investigación quedara sujeta a dicho código”.

Ética Profesional:

CIP (1987) “Colegio de Ingenieros del Perú, orienta a tener en cuenta la veracidad de la investigación y respeto por derechos de autor, de los cuales se obtuvo información para el desarrollo del tema de investigación, así como la veracidad de los datos obtenidos del laboratorio en su correcto estudio y análisis durante su proceso de elaboración, y para la obtención de las muestras requeridas por el tema investigador. Los datos serán sometidos a los expertos conocedores del tema para su correcta aprobación”.

3.10 Procedimiento Estadístico

Se uso la distribución de “t” de student para la prueba de hipótesis, ya que es una de las técnicas más utilizadas en la inferencia estadística, es utilizada en muestras pequeñas para la comparación de dos promedios de muestras independientes, y que a su vez presenten distribución normal, el procedimiento es el siguiente:

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{V_c}{n_1} - \frac{V_c}{n_2}}}$$

Donde la varianza común es:

$$V_c = \frac{(n_1 - 1) * V_1 + (n_2 - 1) * V_2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Donde:

t: Estadístico t calculado

$x_1; x_2$: medias muestrales

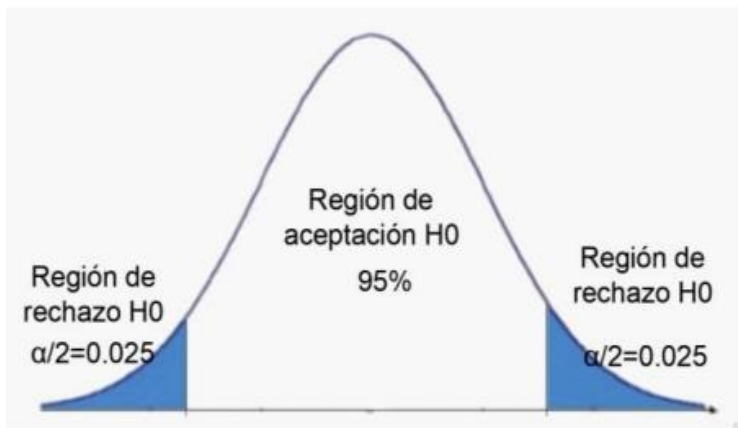
Vc: varianza común

V: varianza

Nota: Se rechaza la hipótesis nula cuando (H_0) si $t > t_c$ (valor crítico)

Figura 7

Región de aceptación y rechazo - t de student



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

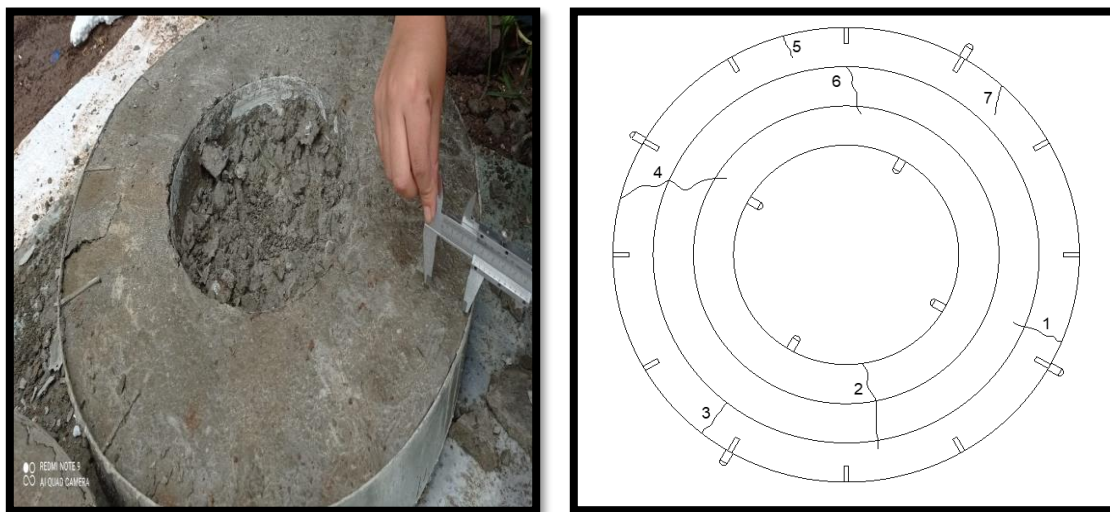
La tesis presenta los valores obtenidos durante la ejecución del proceso de investigación, se realizaron los ensayos en el laboratorio de áridos y concreto CONCHIPA Ingenieros, siguiendo así la secuencia de procedimientos de los ensayos para lograr el diseño de mezclas del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm² y el concreto adicionando fibras sintéticas de polipropileno en cantidades de 0.25 kg/m³, 0.50 kg/m³ y 0.75 kg/m³. Los resultados obtenidos de los ensayos de esta investigación han sido realizados de acuerdo a la normativa vigente de la siguiente manera, con el objetivo de aceptar o rechazar la hipótesis propuesta.

4.1.1 Presentación de resultados de la resistencia al agrietamiento por contracción plástica del concreto $f'c=210$ kg/cm².

a) Resistencia al agrietamiento por contracción plástica (concreto patrón)

Figura 8

Ensayo de contracción plástica sin F.S.P.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Resultados de contracción plástica sin F.S.P

Resultados mo (0.00 kg/m³) - Anillo N° 01				
N° grieta	Longitud de grieta en cm	Ancho de grieta en mm		
		Sección 1	Sección 2	
01	06.85 cm	00.00 mm	01.50 mm	
02	11.40 cm	00.80 mm	00.80 mm	
03	05.10 cm	00.00 mm	00.90 mm	
04	12.90 cm	00.70 mm	00.70 mm	
05	03.60 cm	00.00 mm	01.00 mm	
06	05.45 cm	00.60 mm	00.60 mm	
07	04.15 cm	00.00 mm	00.50 mm	
Suma de todas las grietas en la sección		02.10 mm	06.00 mm	
Promedio de anchos de grieta por sección		00.70 mm	00.86 mm	
Promedio total de anchos de grietas		00.78 mm		

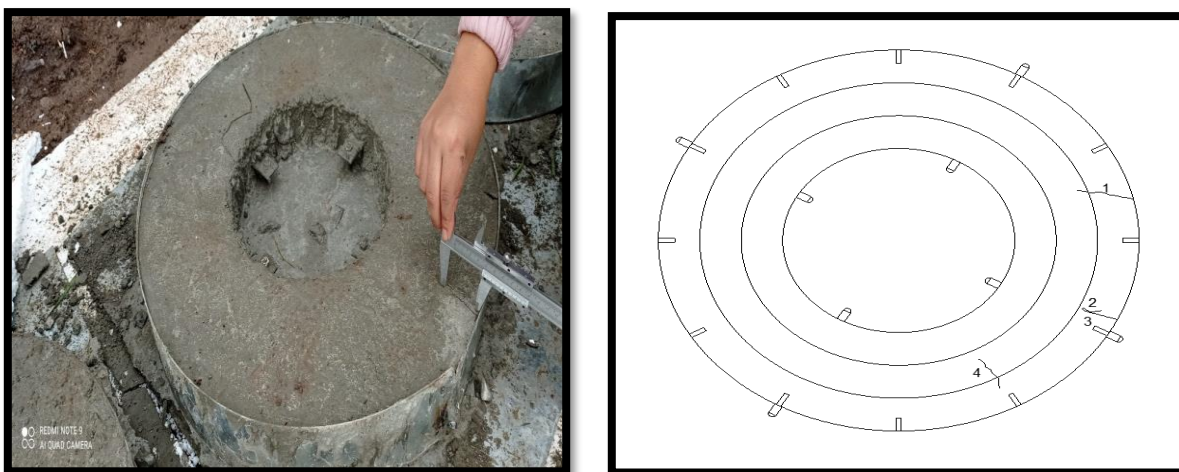
Fuente: Elaboración propia

Nota: Se puede mostrar en la tabla que el número de grietas que se tiene son de 07 y el promedio de índice de grieta es 0.78 mm sin adición de F.S.P.

b) **Resistencia al agrietamiento por contracción plástica con adición de 0.25 kg/m^3 de F.S.P**

Figura 9

Ensayo de contracción plástica con adición de 0.25 kg/m^3 de F.S.P



Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Resultados de contracción plástica con adición de 0.25 kg/m^3 de F.S.P

Resultados m1 (0.25 kg/m^3) - anillo N° 02				
N° grieta	Longitud de grieta en cm	Ancho de grieta en mm		
		Sección 1	Sección 2	
01	06.40 cm	00.00 mm	01.50 mm	
02	02.20 cm	00.00 mm	00.80 mm	
03	04.80 cm	00.00 mm	00.60 mm	
04	05.50 cm	00.50 mm	00.50 mm	
05	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
06	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
07	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
Suma de todas las grietas en la sección		00.50 mm	03.40 mm	
Promedio de anchos de grieta por sección		00.50 mm	00.85 mm	
Promedio total de anchos de grietas		00.68 mm		

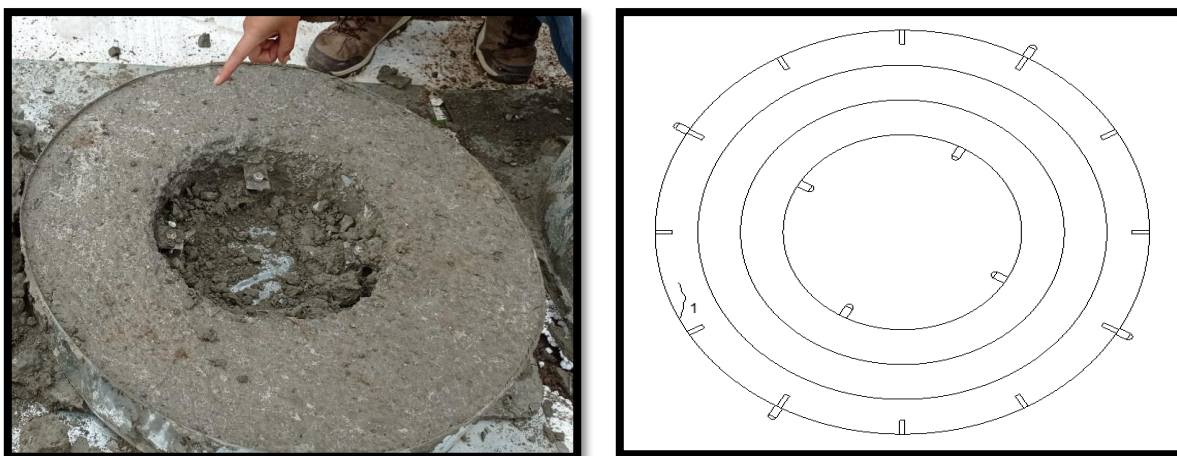
Fuente: Elaboración propia

Nota: Se puede mostrar en la tabla que el número de grietas que se tiene son de 04 y el promedio de índice de grieta es 0.68 mm con adición de 0.25 kg/m^3 de F.S.P.

c) **Resistencia al agrietamiento por contracción plástica con adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P**

Figura 10

Ensayo de contracción plástica con adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P



Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Resultados de contracción plástica con adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P

Resultados m2 (0.50 kg/m³) - anillo N° 03				
N° grieta	Longitud de grieta en cm	Ancho de grieta en mm		
		Sección 1	Sección 2	
01	05.10 cm	00.00 mm	00.40 mm	
02	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
03	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
04	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
05	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
06	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
07	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
Suma de todas las grietas en la sección		00.00 mm	00.40 mm	
Promedio de anchos de grieta por sección		00.00 mm	00.40 mm	
Promedio total de anchos de grietas		00.20 mm		

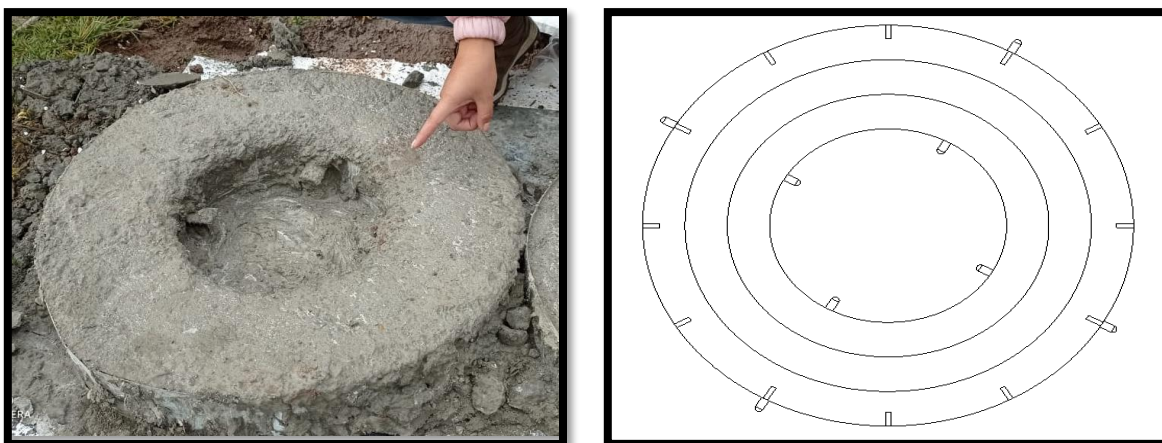
Fuente: Elaboración propia

Nota: Se puede mostrar en la tabla que el número de grietas que se tiene son de 01 y el promedio de índice de grieta es 0.20 mm con adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P.

d) **Resistencia al agrietamiento por contracción plástica con adición de 0.75 kg/m^3 de F.S.P**

Figura 11

Ensayo de contracción plástica con adición de 0.75 kg/m^3 de F.S.P



Fuente: Elaboracion propia

Tabla 23

Resultados de contracción plástica con adición de 0.75 kg/m^3 de F.S.P

Resultados m3 (0.75 kg/m^3) - anillo N° 04				
N° grieta	Longitud de grieta en cm	Ancho de grieta en mm		
		Sección 1	Sección 2	
01	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
02	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
03	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
04	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
05	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
06	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
07	00.00 cm	00.00 mm	00.00 mm	
Suma de todas las grietas en la sección		00.00 mm	00.00 mm	
Promedio de anchos de grieta por sección		00.00 mm	00.00 mm	
Promedio total de anchos de grietas		00.00 mm		

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se puede mostrar en la tabla que el número de grietas que se tiene son de 0 y el promedio de índice de grieta es 0 con adición de 0.75 kg/m^3 de F.S.P.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los ensayos realizados a las cuatro mezclas del concreto:

Tabla 24

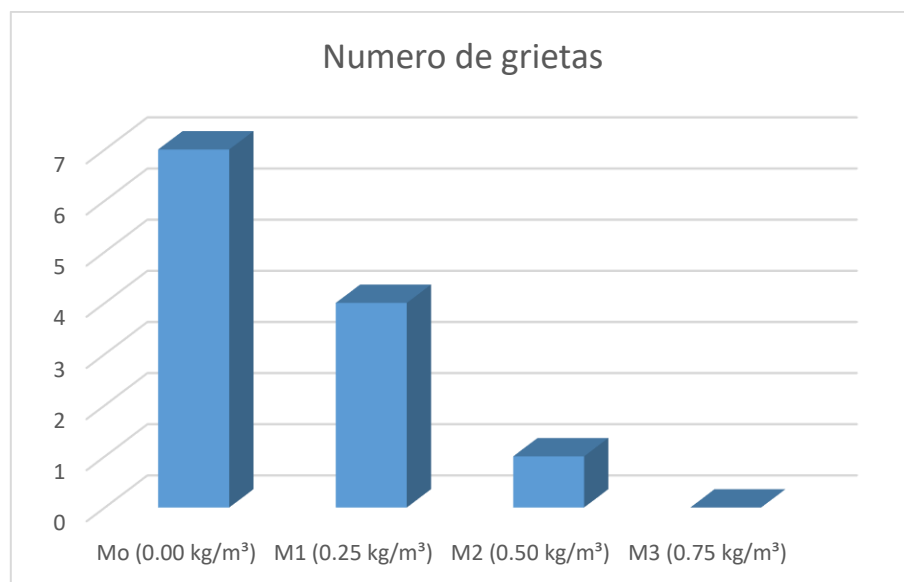
Resumen de resultados de contracción plástica de todas las mezclas

Mezcla	Numero de grietas	Índice de grieta (mm)
$M_0(0.00 \text{ kg/m}^3)$	7	00.78 mm
$M_1(0.25 \text{ kg/m}^3)$	4	00.68 mm
$M_2(0.50 \text{ kg/m}^3)$	1	00.20 mm
$M_3(0.75 \text{ kg/m}^3)$	0	00.00 mm

Fuente: Elaboración propia

Figura 12

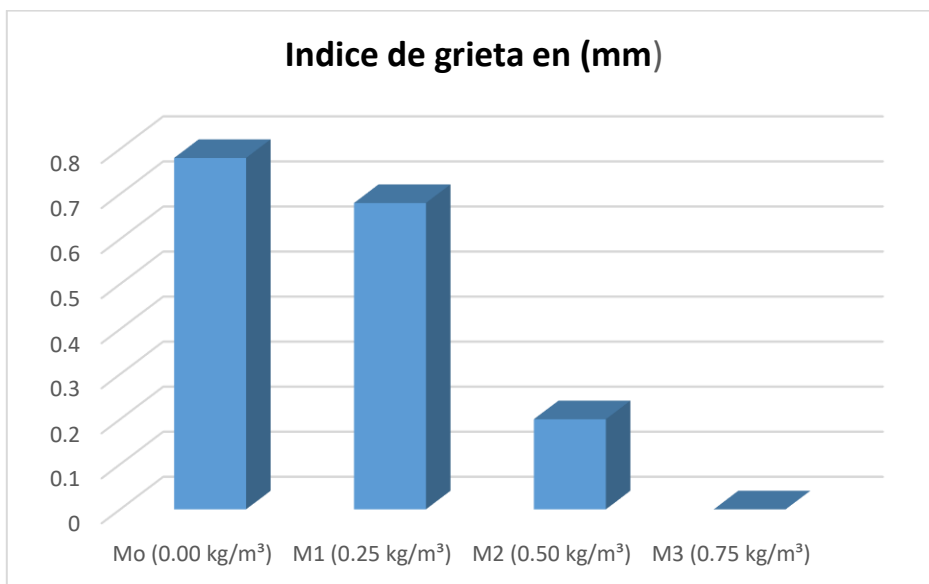
Diagrama de barras comparativo del número de grietas por cada tipo de mezcla



Fuente: Elaboración propia

Figura 13

Diagrama de barras comparativo del índice de grieta por cada tipo de mezcla

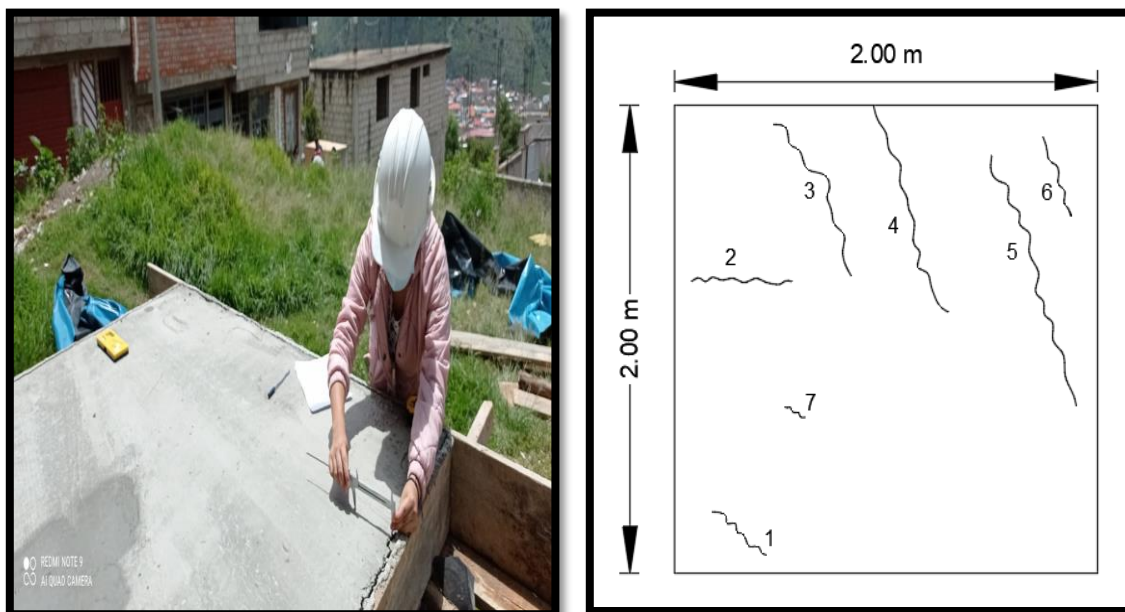


Fuente: Elaboración propia

Nota: Con respecto al índice de grieta, se puede observar en la tabla 24, que a medida que se incrementa el contenido de fibra de 0 a 0.75 kg/m³, la presencia de fibras permite que este índice de grieta sea menor. El índice de grieta varía de 0.78 a 0, para las mezclas con cantidades de fibra entre 0 y 0.75 kg/m³.

Una vez terminado el ensayo de resistencia al agrietamiento por contracción plástica se realizó la prueba en 4 losas que se elaboraron para poder ver la causa de estos agrietamientos y/o fisuramientos.

➤ **Losa aligerada (concreto patrón)**

Figura 14*Losa aligerada sin adición de F.S.P*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25*Resultados de losa aligerada sin F.S.P*

Resultados Mo (0.00 kg/m³) - Losa N° 01		
N° grieta	Longitud de grieta en cm	Ancho de grieta en mm
01	04.67 cm	01.50 mm
02	14.28 cm	00.80 mm
03	13.68 cm	01.50 mm
04	37.01 cm	00.50 mm
05	47.25 cm	00.20 mm
06	09.62 cm	00.20 mm
07	04.82 cm	00.30 mm
Suma de todas las grietas en la sección		05.00 mm
Promedio total de anchos de grietas		00.71 mm

Fuente: Elaboración propia

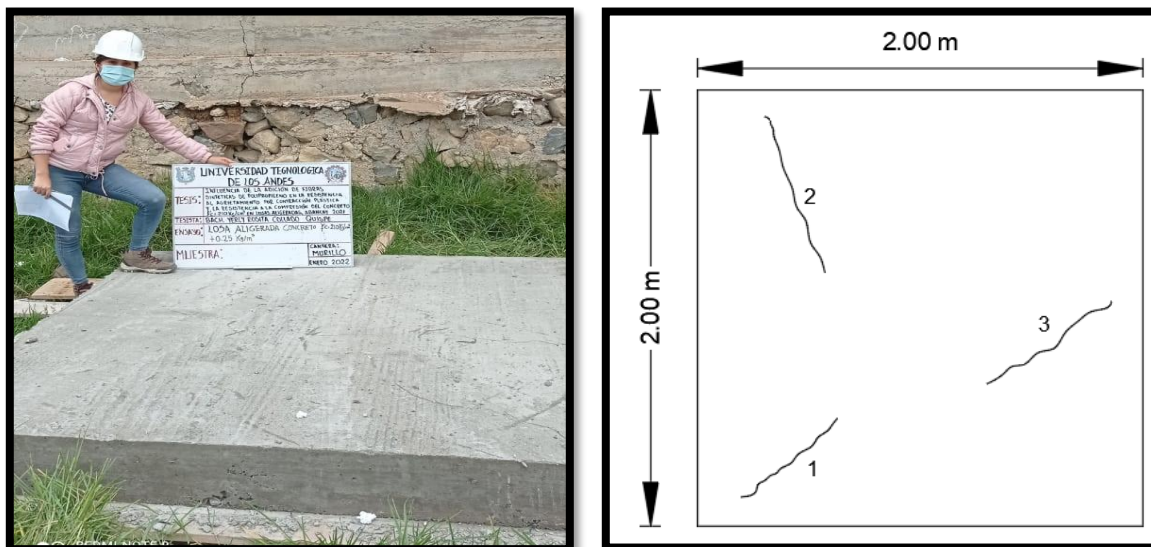
Nota: Como se puede observar en la tabla, el número de grietas que se tiene en la losa es de 07

y el promedio total es de 00.71 mm sin adición de F.S.P

➤ **Losa aligerada con adición de 0.25 kg/m^3**

Figura 15

Losa aligerada con adición de 0.25 kg/m^3 de F.S.P



Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Resultados de losa aligerada con adición de 0.25 kg/m^3 de F.S.P

Resultados m1 (0.25 kg/m^3) - Losa N° 02		
N° grieta	Longitud de grieta en cm	Ancho de grieta en mm
01	24.81 cm	00.40 mm
02	20.71 cm	00.60 mm
03	20.42 cm	01.00 mm
04	00.00 cm	00.00 mm
05	00.00 cm	00.00 mm
06	00.00 cm	00.00 mm
07	00.00 cm	00.00 mm
Suma de todas las grietas en la sección		02.00 mm
Promedio total de anchos de grietas		00.67 mm

Fuente: Elaboración propia

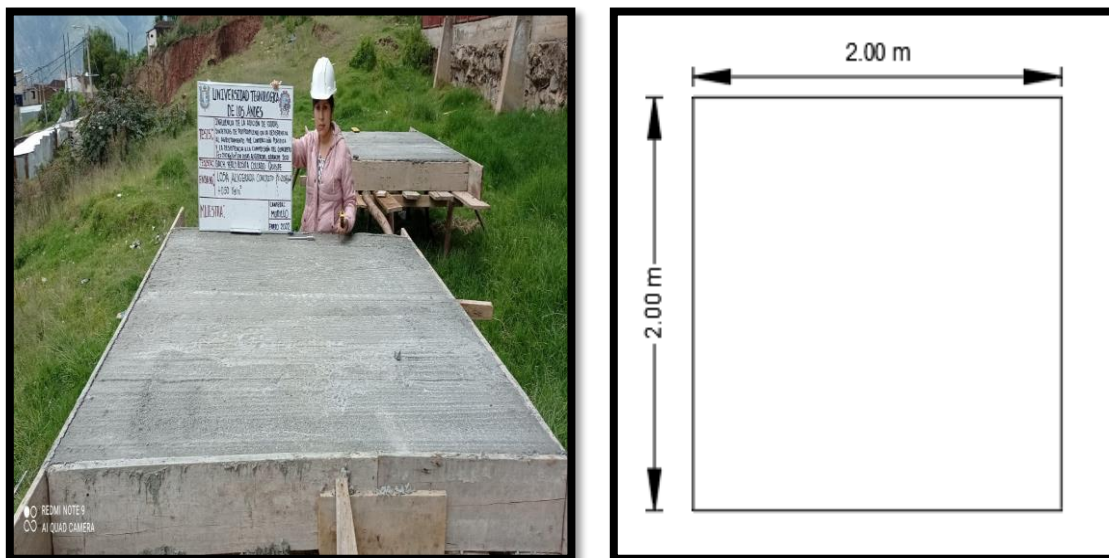
Nota: Como se puede observar en la tabla, el número de grietas que se tiene en la losa es de 03

y el promedio total es de 00.67 mm con adición de 0.25 kg/m^3 de F.S.P

➤ **Losa aligerada con adición de 0.50 kg/m^3**

Figura 16

Losa aligerada con adición de 0.50 kg/m^3 de F.S.P



Fuente: Elaboracion propia

Tabla 27

Resultados de losa aligerada con adición de 0.50 kg/m^3 de F.S.P

Resultados m² (0.50 kg/m^3) - Losa N° 03		
N° grieta	Longitud de grieta en cm	Ancho de grieta en mm
01	00.00 cm	00.00 mm
02	00.00 cm	00.00 mm
03	00.00 cm	00.00 mm
04	00.00 cm	00.00 mm
05	00.00 cm	00.00 mm
06	00.00 cm	00.00 mm
07	00.00 cm	00.00 mm
suma de todas las grietas en la sección		00.00 mm
promedio total de anchos de grietas		00.00 mm

Fuente: Elaboración propia

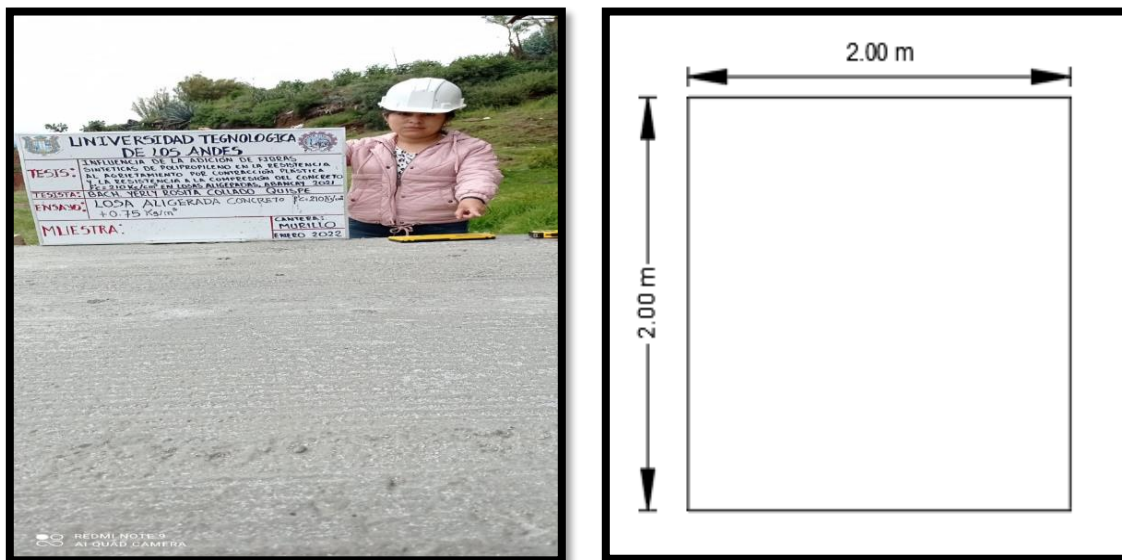
Nota: Como se puede observar en la tabla, el número de grietas que se tiene en la losa es de 00

y el promedio total es de 00.00 mm con adición de 0.50 kg/m^3 de F.S.P

➤ Losa aligerada con adición de 0.75 kg/m^3

Figura 17

Losa aligerada con adición de 0.75 kg/m^3 de F.S.P



Fuente: Elaboracion propia

Tabla 28

Resultados de losa aligerada con adición de 0.75 kg/m^3 de F.S.P

Resultados m ³ (0.75 kg/m^3) - Losa n° 04		
N° grieta	Longitud de grieta en cm	Ancho de grieta en mm
01	00.00 cm	00.00 mm
02	00.00 cm	00.00 mm
03	00.00 cm	00.00 mm
04	00.00 cm	00.00 mm
05	00.00 cm	00.00 mm
06	00.00 cm	00.00 mm
07	00.00 cm	00.00 mm
Suma de todas las grietas en la sección		00.00 mm
Promedio total de anchos de grietas		00.00 mm

Fuente: Elaboración propia

Nota: Como se puede observar en la tabla, el número de grietas que se tiene en la losa es de 00

y el promedio total es de 00.00 mm con adición de 0.75 kg/m^3 de F.S.P

En la siguiente tabla se muestra el resumen de resultados de contracción plástica en las losas aligeradas:

Tabla 29

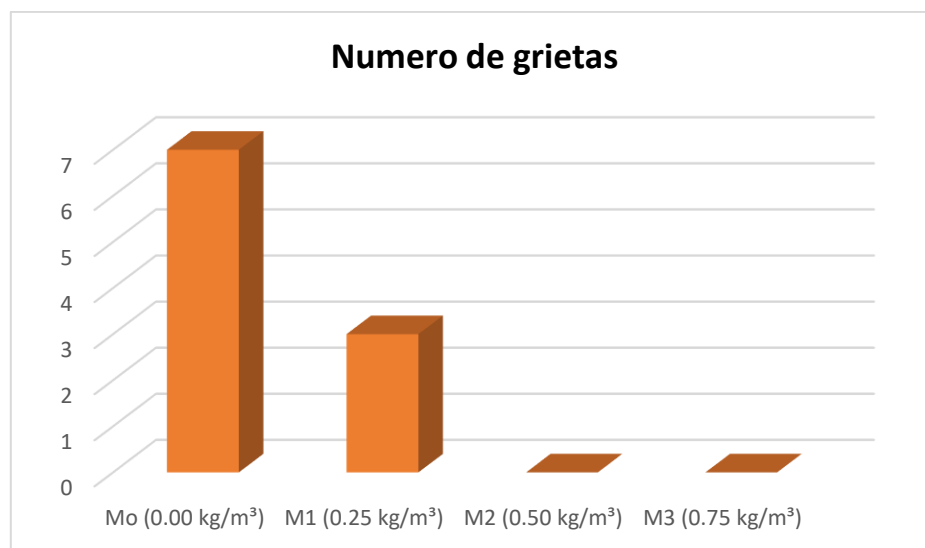
Resumen de resultados de contracción plástica en losas

Mezcla	Numero de grietas	Índice de grieta (mm)
$M_0(0.00 \text{ kg/m}^3)$	7	00.71 mm
$M_1(0.25 \text{ kg/m}^3)$	3	00.67 mm
$M_2(0.50 \text{ kg/m}^3)$	0	00.00 mm
$M_3(0.75 \text{ kg/m}^3)$	0	00.00 mm

Fuente: Elaboración propia

Figura 18

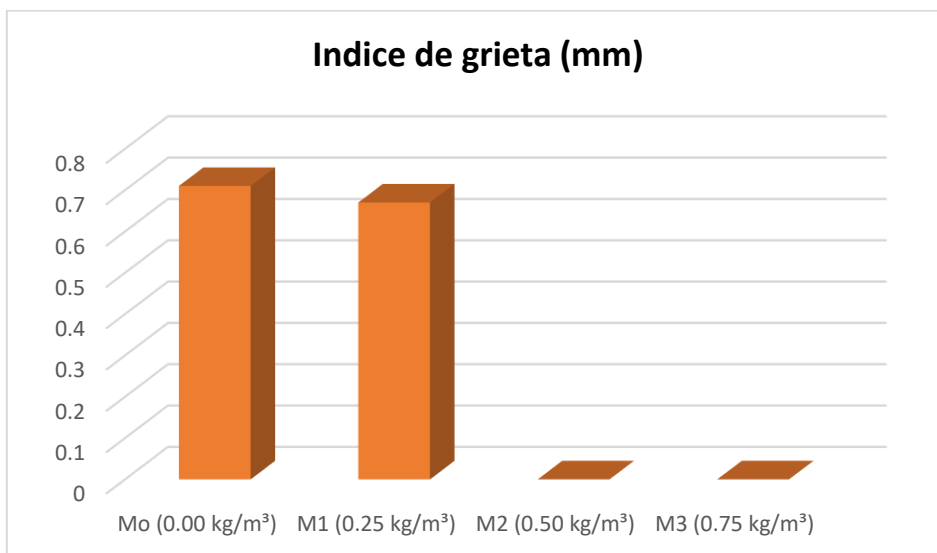
Diagrama de barras comparativo del número de grietas que se tuvo en cada losa



Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Diagrama de barras comparativo del índice de grieta que se tuvo en cada losa



Fuente: Elaboración propia

Nota: Como se puede observar con respecto al índice de grieta, se puede observar en la tabla 29, que a medida que se incrementa el contenido de fibra de 0 a 0.75 kg/m³, la presencia de fibras permite que este índice de grieta sea menor. El índice de grieta varía de 0.71 mm a 0 en las losas aligeradas.

4.1.2 Presentación de resultados de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm².

a) Resistencia a compresión del concreto patrón

Figura 20

Rotura de la briqueta de la muestra patrón



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 20 se muestra el ensayo de resistencia a compresión realizado a los testigos cilíndricos a los 28 días de la muestra patrón.

Tabla 30*Resistencia a compresión del concreto patrón*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Mo (0.00 kg/m ³)													
N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (kg-f)	AREA (cm ²)	ESFUERZO (kg/cm ²)	DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
		H	D	MODELO	ROTURA								
1	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	17229 kg-f	176.71 cm ²	97.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	46.40 %	CORTE	106.10 kg/cm ²
2	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	17918 kg-f	176.71 cm ²	101.40 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	48.30 %	CORTE	
3	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	19049 kg-f	176.71 cm ²	107.80 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	51.30 %	CORTE	
4	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	19279 kg-f	176.71 cm ²	109.10 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	52.00 %	CORTE	156.80 kg/cm ²
5	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	26082 kg-f	176.71 cm ²	147.60 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	70.30 %	CORTE	
6	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	27213 kg-f	176.71 cm ²	154.00 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	73.30 %	CORTE	
7	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	27796 kg-f	176.71 cm ²	157.30 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	74.90 %	CORTE	182.67 kg/cm ²
8	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	28114 kg-f	176.71 cm ²	159.10 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	75.80 %	CORTE	
9	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	31755 kg-f	176.71 cm ²	179.70 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	85.60 %	CORTE	
10	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	32196 kg-f	176.71 cm ²	182.20 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	86.80 %	CORTE	238.50 kg/cm ²
11	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	32886 kg-f	176.71 cm ²	186.10 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	88.60 %	CORTE	
12	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	34017 kg-f	176.71 cm ²	192.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	91.70 %	CORTE	
13	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	41774 kg-f	176.71 cm ²	236.40 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	112.60 %	CORTE	238.50 kg/cm ²
14	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	42110 kg-f	176.71 cm ²	238.30 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	113.50 %	CORTE	
15	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	42552 kg-f	176.71 cm ²	240.80 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	114.70 %	CORTE	
16	Mo (0.00 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	43612 kg-f	176.71 cm ²	246.80 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	117.50 %	CORTE	

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla se obtiene los resultados de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos para el concreto patrón de 3, 7, 14 y 28 días, obteniendo un f'c promedio a los 28 días de 238.50 kg/cm².

b) Resistencia a compresión del concreto con adición del 0.25 kg/m^3 de F.S.P.

Figura 21

Rotura de briqueta de 0.25 kg/m^3 de F.S.P.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 21 se muestra el ensayo de resistencia a compresión realizado a los testigos cilíndricos a los 28 días de 0.25 kg/m^3 de F.S.P.

Tabla 31

Resistencia a compresión del concreto con adición de 0.25 kg/m³ de F.S.P.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION M1 (0.25 kg/m ³)													
N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (kg-f)	AREA (cm ²)	ESFUERZO (kg/cm ²)	DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
		H	D	MODELO	ROTURA								
1	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	16187 kg-f	176.71 cm ²	91.60 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	43.60 %	CORTE	96.77 kg/cm ²
2	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	16787 kg-f	176.71 cm ²	95.00 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	45.20 %	CORTE	
3	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	17229 kg-f	176.71 cm ²	97.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	46.40 %	CORTE	
4	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	17282 kg-f	176.71 cm ²	97.80 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	46.60 %	CORTE	146.30 kg/cm ²
5	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	24951 kg-f	176.71 cm ²	141.20 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	67.20 %	CORTE	
6	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	25623 kg-f	176.71 cm ²	145.00 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	69.00 %	CORTE	
7	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	25853 kg-f	176.71 cm ²	146.30 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	69.70 %	CORTE	176.67 kg/cm ²
8	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	26082 kg-f	176.71 cm ²	147.60 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	70.30 %	CORTE	
9	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	30836 kg-f	176.71 cm ²	174.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	83.10 %	CORTE	
10	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	31066 kg-f	176.71 cm ²	175.80 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	83.70 %	CORTE	221.83 kg/cm ²
11	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	31755 kg-f	176.71 cm ²	179.70 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	85.60 %	CORTE	
12	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	32886 kg-f	176.71 cm ²	186.10 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	88.60 %	CORTE	
13	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	38258 kg-f	176.71 cm ²	216.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	103.10 %	CORTE	221.83 kg/cm ²
14	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	39141 kg-f	176.71 cm ²	221.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	105.50 %	CORTE	
15	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	40201 kg-f	176.71 cm ²	227.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	108.30 %	CORTE	
16	M1 (0.25 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	42110 kg-f	176.71 cm ²	238.30 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	113.50 %	CORTE	

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla se obtiene los resultados de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos para el concreto con 0.25 kg/m³ de F.S.P de 3, 7, 14 y 28 días, obteniendo un f'c promedio a los 28 días de 221.83 kg/cm².

c) Resistencia a compresión del concreto con adición del 0.50 kg/m^3 de F.S.P.

Figura 22

Rotura de briqueta de 0.50 kg/m de F.S.P.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 22 se muestra el ensayo de resistencia a compresión realizado a los testigos cilíndricos a los 28 días de 0.50 kg/m^3 de F.S.P.

Tabla 32

Resistencia a compresión del concreto con adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION M2 (0.50 kg/m ³)													
N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD	DIAL	AREA	ESFUERZO	DISEÑO	RESISTENCIA	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
		H	D	MODELO	ROTURA	(DIAS)	CARGA							(kg-f)	(cm^{2})	(kg/cm^{2})	(kg/cm^{2})	(%)
1	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	15762 kg-f	176.71 cm ²	89.20 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	42.50 %	CORTE	
2	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	15869 kg-f	176.71 cm ²	89.80 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	42.80 %	CORTE	90.03 kg/cm ²
3	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	16098 kg-f	176.71 cm ²	91.10 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	43.40 %	CORTE	
4	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	17017 kg-f	176.71 cm ²	96.30 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	45.90 %	CORTE	
5	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	24262 kg-f	176.71 cm ²	137.30 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	65.40 %	CORTE	
6	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	24722 kg-f	176.71 cm ²	139.90 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	66.60 %	CORTE	140.87 kg/cm ²
7	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	24951 kg-f	176.71 cm ²	141.20 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	67.20 %	CORTE	
8	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	25004 kg-f	176.71 cm ²	141.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	67.40 %	CORTE	
9	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	30447 kg-f	176.71 cm ²	172.30 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	82.00 %	CORTE	
10	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	30677 kg-f	176.71 cm ²	173.60 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	82.70 %	CORTE	173.47 kg/cm ²
11	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	30836 kg-f	176.71 cm ²	174.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	83.10 %	CORTE	
12	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	32462 kg-f	176.71 cm ²	183.70 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	87.50 %	CORTE	
13	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	37021 kg-f	176.71 cm ²	209.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	99.80 %	CORTE	
14	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	37692 kg-f	176.71 cm ²	213.30 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	101.60 %	CORTE	213.77 kg/cm ²
15	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	38611 kg-f	176.71 cm ²	218.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	104.00 %	CORTE	
16	M2 (0.50 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	40625 kg-f	176.71 cm ²	229.90 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	109.50 %	CORTE	

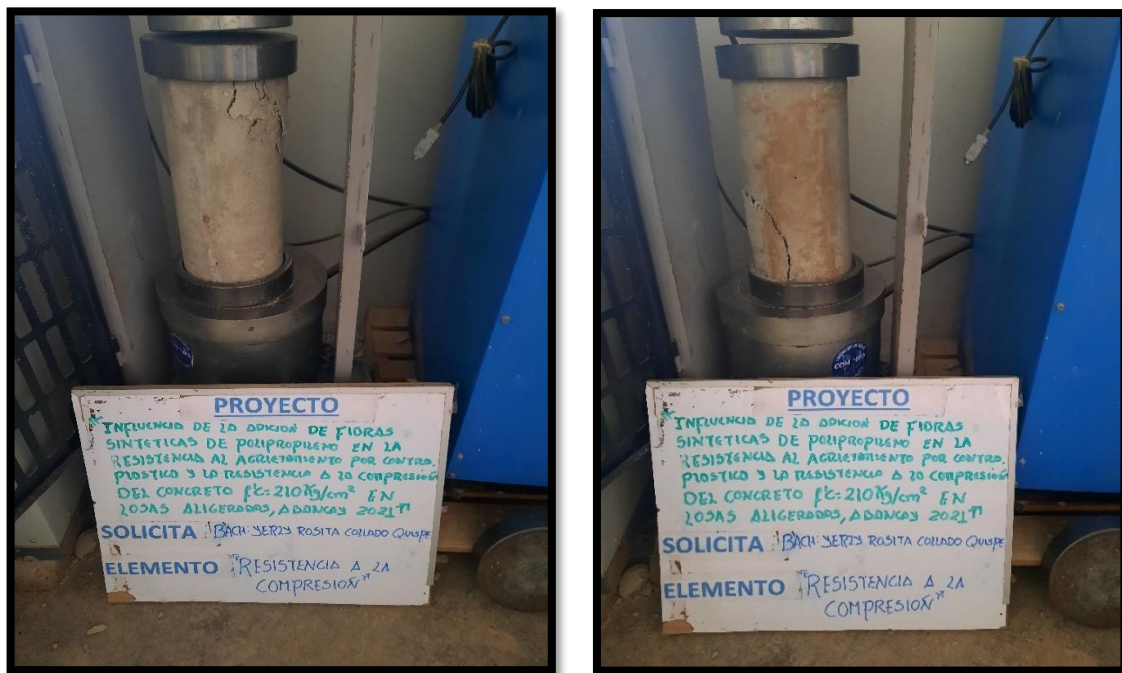
Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla se obtiene los resultados de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos para el concreto con 0.50 kg/m³ de F.S.P de 3, 7, 14 y 28 días, obteniendo un f'c promedio a los 28 días de 213.77 kg/cm².

d) Resistencia a compresión del concreto con adición del 0.75 kg/m^3 de F.S.P.

Figura 23

Rotura de briqueta de 0.75 kg/m^3 de F.S.P.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 23 se muestra el ensayo de resistencia a compresión realizado a los testigos cilíndricos a los 28 días de 0.75 kg/m^3 de F.S.P

Tabla 33

Resistencia a compresión del concreto con adición de 0.75 kg/m³ de F.S.P.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION M3 (0.75 kg/m ³)													
N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (kg-f)	AREA (cm ²)	ESFUERZO (kg/cm ²)	DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
		H	D	MODELO	ROTURA								
1	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	14702 kg-f	176.71 cm ²	83.20 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	39.60 %	CORTE	
2	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	15303 kg-f	176.71 cm ²	86.60 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	41.20 %	CORTE	86.40 kg/cm ²
3	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	15798 kg-f	176.71 cm ²	89.40 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	42.60 %	CORTE	
4	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	25/01/2022	3 días	16558 kg-f	176.71 cm ²	93.70 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	44.60 %	CORTE	
5	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	16558 kg-f	176.71 cm ²	93.70 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	44.60 %	CORTE	
6	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	23184 kg-f	176.71 cm ²	131.20 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	62.50 %	CORTE	133.94 kg/cm ²
7	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	23561 kg-f	176.71 cm ²	133.33 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	63.50 %	CORTE	
8	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	29/01/2022	7 días	24262 kg-f	176.71 cm ²	137.30 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	65.40 %	CORTE	
9	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	24704 kg-f	176.71 cm ²	139.80 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	66.60 %	CORTE	
10	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	29935 kg-f	176.71 cm ²	169.40 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	80.70 %	CORTE	173.57 kg/cm ²
11	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	30359 kg-f	176.71 cm ²	171.80 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	81.80 %	CORTE	
12	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	05/02/2022	14 días	31719 kg-f	176.71 cm ²	179.50 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	85.50 %	CORTE	
13	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	36367 kg-f	176.71 cm ²	205.80 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	98.00 %	CORTE	
14	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	37215 kg-f	176.71 cm ²	210.60 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	100.30 %	CORTE	211.23 kg/cm ²
15	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	37320 kg-f	176.71 cm ²	211.20 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	103.10 %	CORTE	
16	M3 (0.75 kg/m ³)	30	15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	37450 kg-f	176.71 cm ²	211.90 kg/cm ²	210.00 kg/cm ²	105.00 %	CORTE	

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla se obtiene los resultados de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos para el concreto con 0.75 kg/m³ de F.S.P de 3, 7, 14 y 28 días, obteniendo un f'c promedio a los 28 días de 211.23 kg/cm².El resumen de los resultados se muestra en la table que se presenta a continuación:

Tabla 34

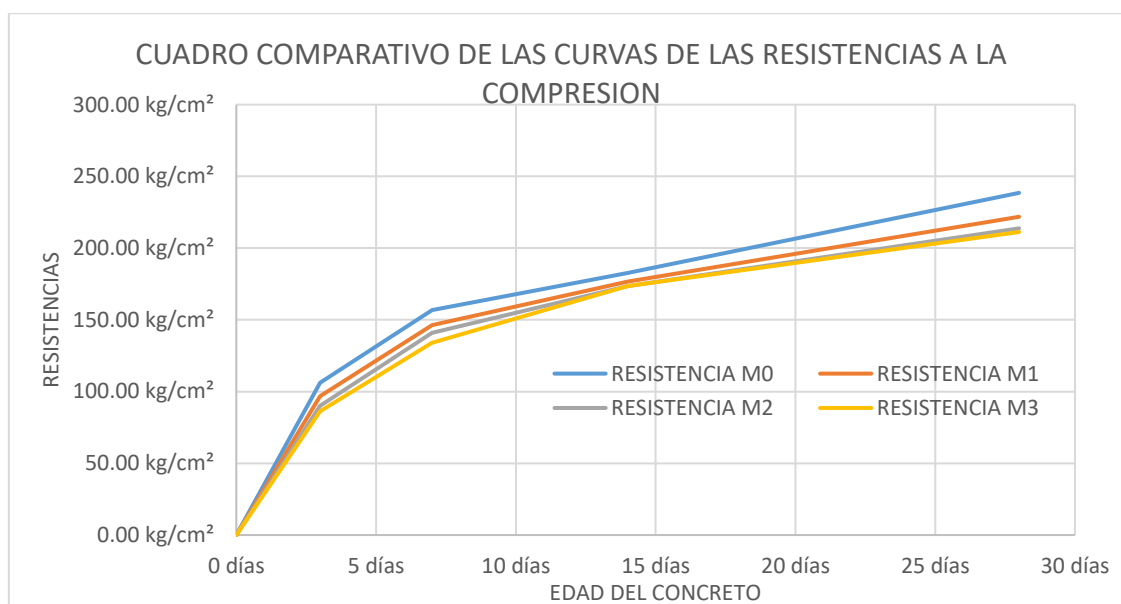
Resumen de resistencias por edad de madurez del concreto y para cada tipo de mezcla

Resumen total				
Días	Resistencia M_0	Resistencia M_1	Resistencia M_2	Resistencia M_3
0 días	0.00 kg/cm ²	0.00 kg/cm ²	0.00 kg/cm ²	0.00 kg/cm ²
3 días	106.10 kg/cm ²	96.77 kg/cm ²	90.03 kg/cm ²	86.40 kg/cm ²
7 días	156.80 kg/cm ²	146.30 kg/cm ²	140.87 kg/cm ²	133.94 kg/cm ²
14 días	182.67 kg/cm ²	176.67 kg/cm ²	173.47 kg/cm ²	173.57 kg/cm ²
28 días	238.50 kg/cm ²	221.83 kg/cm ²	213.77 kg/cm ²	211.23 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Figura 24

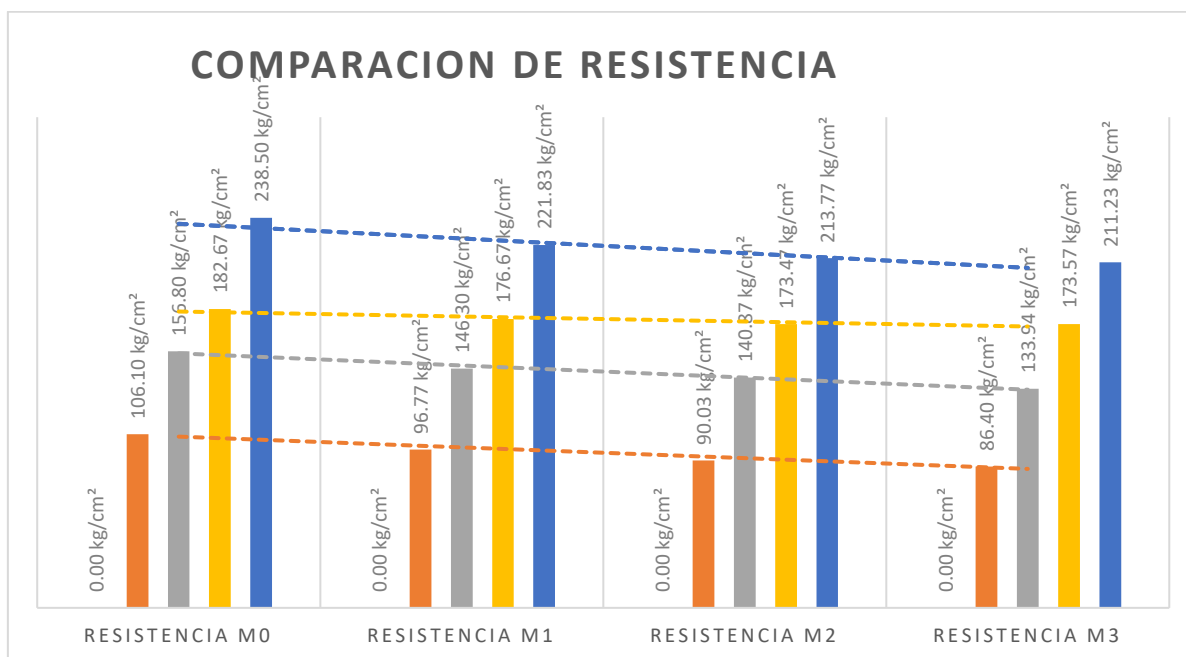
Cuadro comparativo de las resistencias a la compresión



Fuente: Elaboración propia

Figura 25

Diagrama de barras comparativo de las resistencias a la compresión



Fuente: Elaboración propia

Existe una disminución de la resistencia a compresión a medida que se incrementa la cantidad de la fibra a la mezcla.

La disminución de la resistencia a los 28 días es aproximadamente del 6.99% para una adición de fibra sintética de 0.25 kg/m^3 , sin embargo, a medida que se incrementa la fibra sintética a 0.50 kg/m^3 , el porcentaje de disminución aumenta a cerca de 10.37% y para la adición de fibra sintética de 0.75 kg/m^3 el porcentaje se incrementa a 11.43%, esta disminución de las resistencias se observa en la tabla 34 en la figura 25 se muestran gráficamente la disminución de estas resistencias. También puede ser que gran parte de la mezcla está ocupada por un material con más vacíos o a causa de insuficiente compactación debido a la presencia de la fibra, lo que genera el descenso de la resistencia.

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

I. Discusión de resultados del objetivo general:

Este estudio tuvo como objetivo general determinar la influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y la resistencia a la compresión del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ en losas aligeradas.

- De acuerdo a la tabla 24 de la resistencia al agrietamiento por contracción plástica, se tiene como resultado de la muestra patrón de 00.78mm y al adicionar 0.25kg/m^3 , 0.50 kg/m^3 , 0.75kg/m^3 los resultados fueron de 00.68mm, 00.20mm y 00.00mm respectivamente (Tabla 24 – pág. 75).
- De acuerdo a la tabla 34 de la resistencia a compresión, se tiene como resultado del concreto patrón de 238.50 kg/cm^2 , y al adicionar 0.25 kg/m^3 , 0.50 kg/m^3 , 0.75 kg/m^3 se obtienen resistencias de 221.83 kg/cm^2 , 213.77 kg/cm^2 y 211.23 kg/cm^2 respectivamente (Tabla 34 – pág. 91).

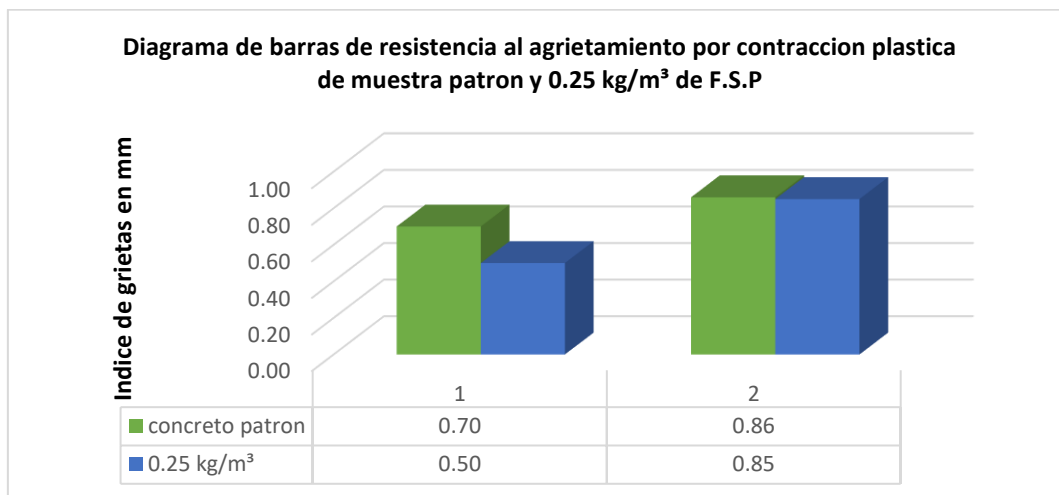
II. Discusión de resultados del objetivo específico OE1:

Este estudio tuvo como objetivo específico 1 determinar la influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica del concreto $f^c=210\text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas.

A continuación, se muestran diagramas de barra para una mejor visualización al adicionar fibra sintética de polipropileno en 0.25 kg/m^3 , 0.50 kg/m^3 , 0.75 kg/m^3 frente al concreto patrón.

Figura 26

Resistencia al agrietamiento por contracción plástica de muestra patrón y 0.25 kg/m³ de F.S.P

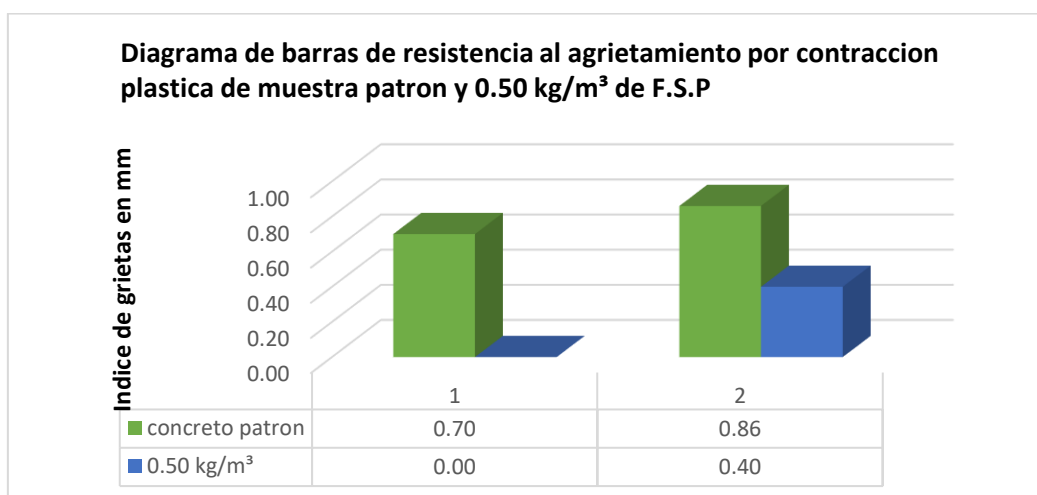


Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 26 se observa el índice de grietas de la muestra patrón frente a 0.25 kg/m³ de F.S.P, donde se puede mostrar que a medida que se incrementa el contenido de fibra de 0 a 0.25 kg/m³ permite que este índice sea menor.

Figura 27

Resistencia al agrietamiento por contracción plástica de muestra patrón y 0.50 kg/m³ de F.S.P

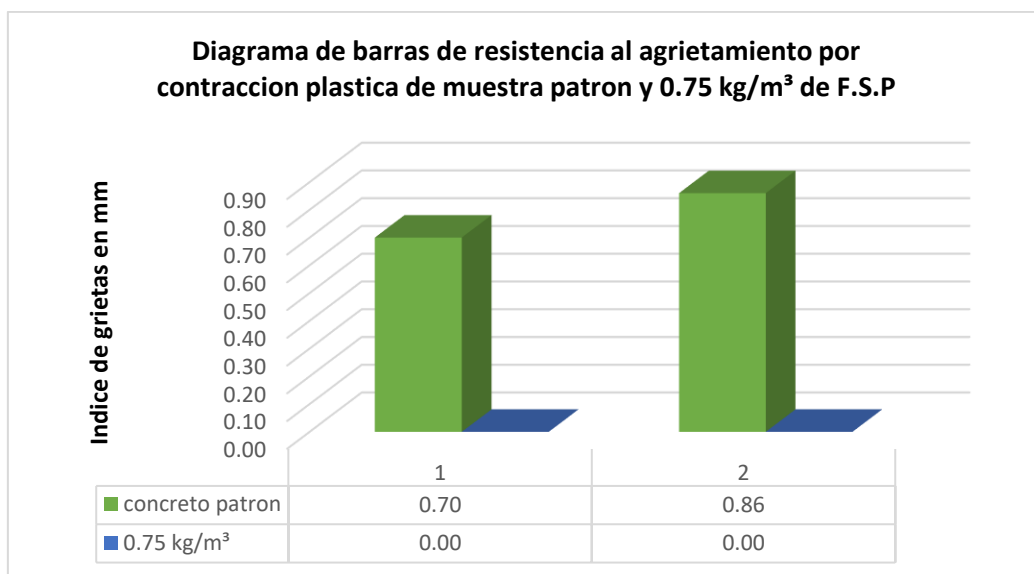


Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 27 se observa el índice de grietas de la muestra patrón frente a 0.50 kg/m^3 de F.S.P, donde se puede mostrar que a medida que se incrementa el contenido de fibra de 0 a 0.50 kg/m^3 permite que este índice sea menor.

Figura 28

Resistencia al agrietamiento por contracción plástica de muestra patrón y 0.75 kg/m^3 de F.S.P

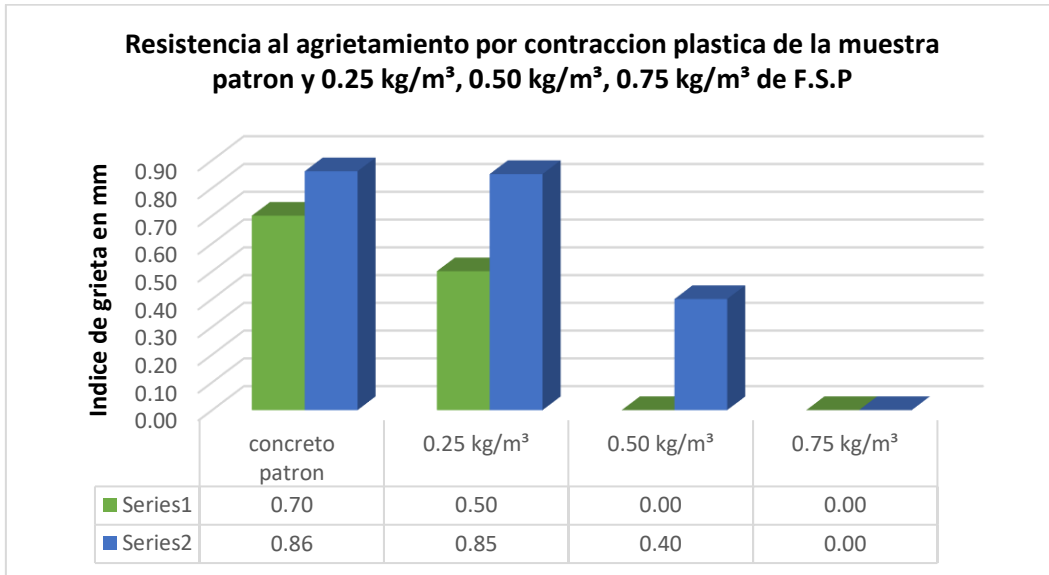


Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 28 se observa el índice de grietas de la muestra patrón frente a 0.75 kg/m^3 de F.S.P, donde se puede mostrar que a medida que se incrementa el contenido de fibra de 0 a 0.75 kg/m^3 permite que este índice sea menor.

Figura 29

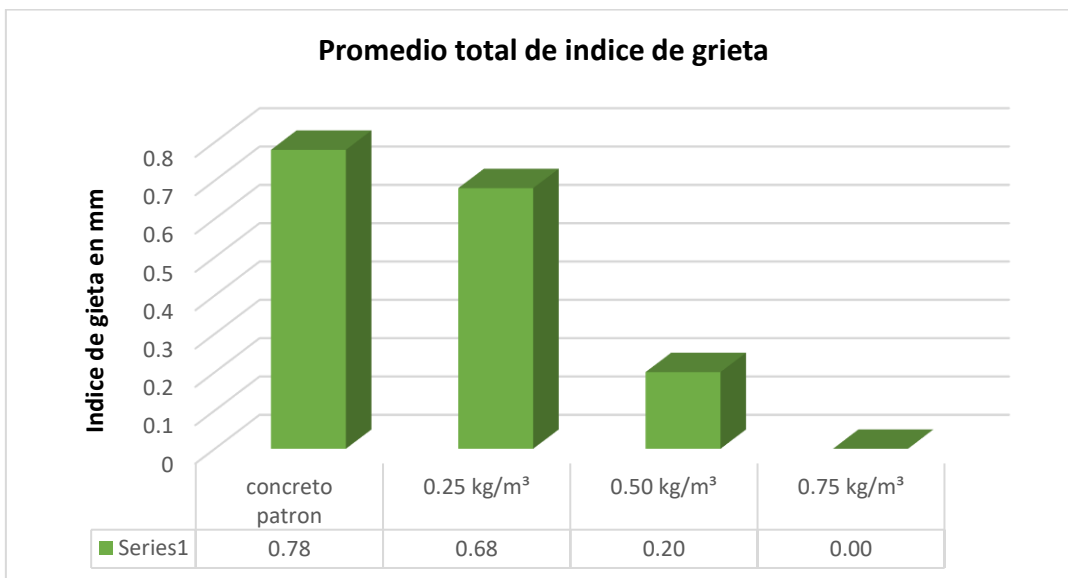
Resistencia al agrietamiento por contracción plástica de la muestra patrón y 0.25 kg/m³, 0.50 kg/m³, 0.75 kg/m³ de F.S.P



Fuente: Elaboración propia

Figura 30

Promedio de muestra patrón y 0.25 kg/m, 0.50 kg/m, 0.75 kg/m de F.S.P



Fuente: Elaboración propia

Nota: Como se puede ver en el gráfico de barras, con respecto al índice de grieta se puede observar que a medida que se incrementa el contenido de fibra de 0 a 0.75 kg/m³, la presencia

de fibras permite que este índice de grieta sea menor. El índice de grieta varía de 0.78 a 0, para las mezclas con agregado y cantidad de fibra entre 0 y 0.75 kg/m³.

Estos resultados también son afines con los datos que obtuvieron para Ivala (2018) en su investigación donde determinó la influencia de las fibras sintéticas de polipropileno en el control de las fisuras por retracción plástica en losas aligeradas con resistencia $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm², con dosis de 400 gr/m³, 700 gr/m³ y 1200 gr/m³, teniendo como resultado sobre la cantidad de fisuras generados en las losas de CRF210-0.4(20), CRF210-0.7(20) y CRF210-1.2(20) disminuyen con respecto al CSF210 en valores porcentuales de 31.25%, 41.67% y 50.00% respectivamente, para las losas de CRF245-0.4(20), CRF245-0.7(20) y CRF245-1.2(20) se presenta una disminución con respecto al CSF245 en 17.95%, 33.33% y 69.23% respectivamente, lo que indica que las fisuras disminuyeron su espesor y longitud.

Estos resultados nos indican que al adicionar F.S.P existe una reducción del número de grietas y índice de grieta.

Por otro lado, Piñarreta (2022) ha mostrado como es que las fisuras en el hormigón en estado fresco disminuyen, a medida que la dosis de fibra de polipropileno aumenta, realizó ensayos con dosis más altas de microfibras de polipropileno, llegando a usar entre 400 gr/m³ y 1200 gr/m³, pues ambos dieron excelentes resultados concluyendo que esa dosificación es la adecuada para disminuir las grietas por contracción plástica.

Concluyendo que al adicionar F.S.P disminuye la longitud, ancho y índice de grietas en las losas aligeradas.

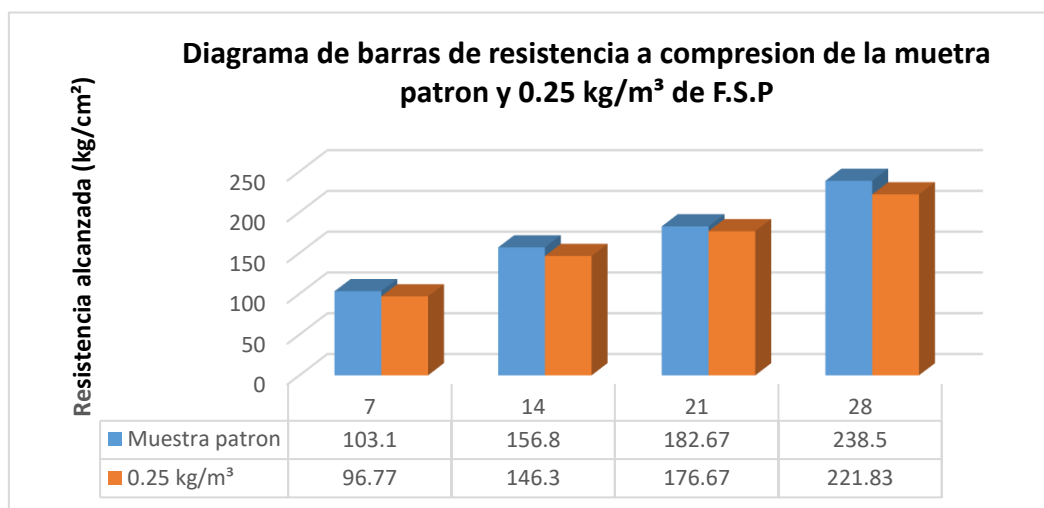
III. Discusión de resultados del objetivo específico OE2:

Este estudio tuvo como objetivo específico 2 determinar la influencia de la adición de fibras sintéticas de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ en losas aligeradas.

A continuación, se muestran diagramas de barra para una mejor visualización al adicionar fibra sintética de polipropileno en 0.25 kg/m^3 , 0.50 kg/m^3 , 0.75 kg/m^3 frente al concreto patrón.

Figura 31

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 0.25 kg/m^3 de F.S.P

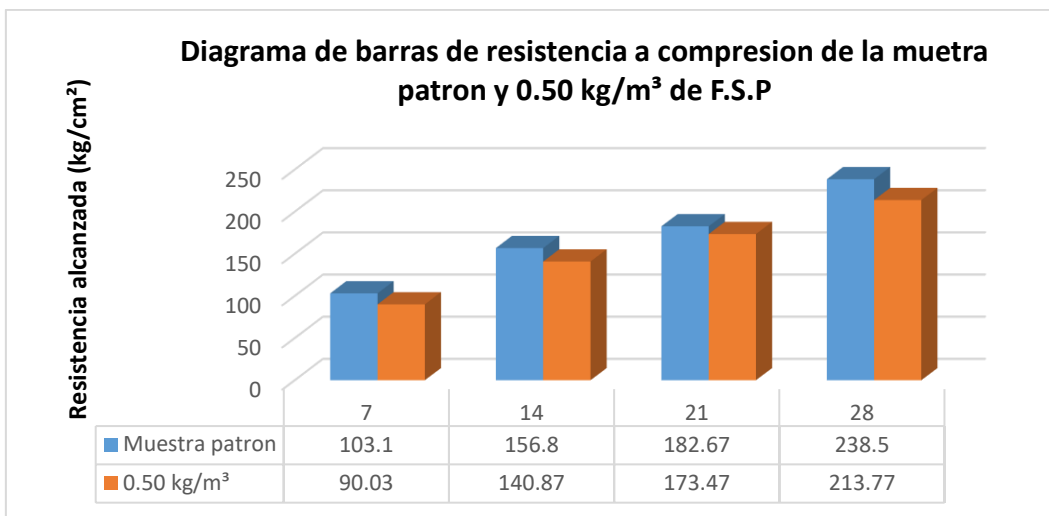


Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 31 se muestra la resistencia promedio alcanzada a los 28 días de la muestra patrón donde se obtuvo 238.50 kg/cm^2 , y al adicionar 0.25 kg/m^3 de F.S.P llega una resistencia promedio de 221.83 kg/cm^2 .

Figura 32

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 0.50 kg/m³ de F.S.P

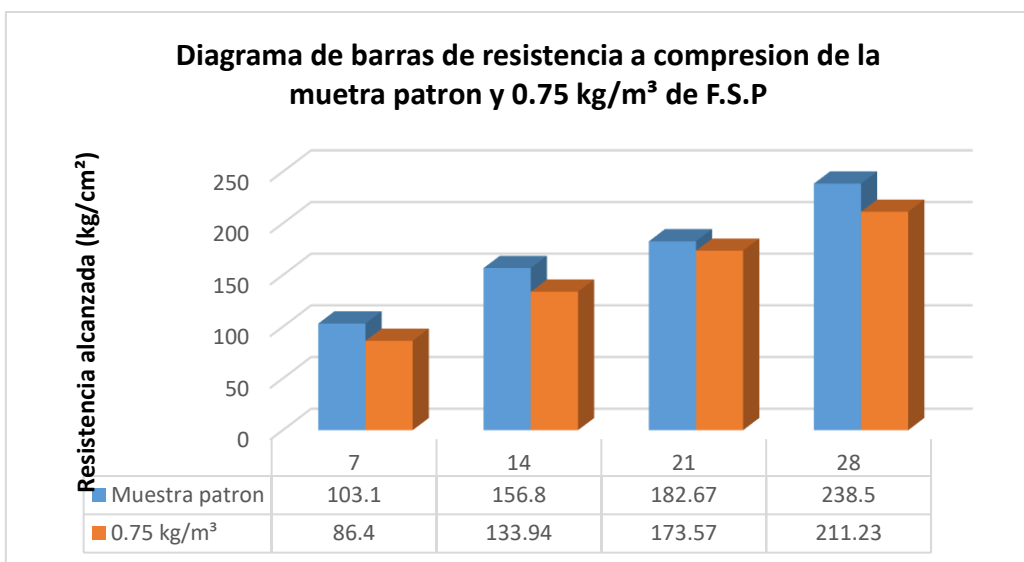


Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 32 se muestra la resistencia promedio alcanzada a los 28 días de la muestra patrón donde se obtuvo 238.50 kg/cm², y al adicionar 0.50 kg/m³ de F.S.P llega una resistencia promedio de 213.77 kg/cm².

Figura 33

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 0.75 kg/m³ de F.S.P



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 33 se muestra la resistencia promedio alcanzada a los 28 días de la muestra patrón donde se obtuvo 238.50 kg/cm², y al adicionar 0.75 kg/m³ de F.S.P llega una resistencia promedio de 211.23 kg/cm².

Figura 34

Resistencia a compresión de la muestra patrón, 0.25 kg/m, 0.50 kg/m y 0.75 kg/m adicionando F.S.P a los 28 días



Fuente: Elaboración propia

Nota: Como se puede ver en el gráfico de barras, las resistencias a las que llegan al adicionar 0.25 kg/m³, 0.50 kg/m³ y 0.75 kg/m³ en comparación a la muestra patrón, son variables que a medida que se incrementa la cantidad de fibra en la mezcla los porcentajes de adición de F.S.P la resistencia a compresión va disminuyendo. La disminución de la resistencia a los 28 días es aproximadamente del 6.99% para una adición de fibra sintética de 0.25 kg/m³, sin embargo, a medida que se incrementa la fibra sintética a 0.5 kg/m³, el porcentaje de disminución aumenta cerca de 10.37% y para la adición de fibra sintética de 0.75 kg/m³ el porcentaje se incrementa a 11.43%.

Los resultados guardan relación con lo que sostiene Toro (2017) con respecto al ensayo de Compresión, se pudo observar que el concreto patrón alcanzo una resistencia máxima de 234kg/cm². La fibra influyo negativamente teniendo una disminución mínima de

4.41% (226.16kg/cm²) y una máxima de 18.71% (196.68kg/cm²) de su resistencia a la compresión.

Por otro lado, Calixto (2022) en su investigación quien determino la diferencia de las medias de la resistencia a la compresión de un concreto convencional y un concreto hecho con fibras de polipropileno de 2mmx10mm, donde se llegó a la conclusión de que no se ha podido mejorar la resistencia a la compresión en la comparación entre un concreto convencional y un concreto hecho con 1%, 2% y 3% de fibras de polipropileno de 2mmx10mm.

Sin embargo, Carhuapoma (2018) en su investigación quien determino la cantidad adecuada de fibra de polipropileno, que influirá al adicionarse al concreto, con resistencias a la compresión de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², donde concluyo que dan un incremento significativo en dicha propiedad mecánica, a la vez eleva el módulo de Elasticidad, Modulo de Corte y la Resistencia del Concreto a Tracción por Flexión, que están proporcionalmente ligadas, a la resistencia a la compresión, como también para diseño de concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, al adicionar 9 kg de fibra por metro cúbico, se tiene mejores resultados, que con de 2, 5 kg y la micro fibra, Para diseño de concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$, al adicionar 5 kg de fibra por metro cúbico, se tiene mejores resultados, que con de 2, 9 kg y la micro fibra.

Estos resultados nos indican que, al añadir mayor cantidad de fibras sintéticas al concreto, mejora la resistencia a compresión.

4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para calcular la prueba de hipótesis se hará uso de la prueba t de student, para ello se siguió con los siguientes pasos:

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{V_c}{n_1} + \frac{V_c}{n_2}}}$$

Donde la varianza común es:

$$V_c = \frac{(n_1 - 1) * V_1 + (n_2 - 1) * V_2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Donde:

t : Estadístico t calculado.

X_1, X_2 : Medias muestrales

Vc: varianza común

V: varianza

Nota: Se rechaza la hipótesis nula cuanto $t > t_c$ (Valor crítico)

Hipótesis específica HE1:

Hi ($\mu \neq \mu_2$): La adición de fibras sintéticas de polipropileno **influye** en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021.

Ho ($\mu \neq \mu_2$): La adición de fibras sintéticas de polipropileno **no influye** en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021.

- a. Prueba hipótesis específica “HE1” – comparación de la resistencia al agrietamiento por contracción plástica de la muestra patrón con la primera adición de 0.25 kg/m³ de fibras sintéticas de polipropileno.

Tabla 35

Resistencia al agrietamiento por contracción plástica, muestra patrón y adición de 0.25 kg/m³ de F.S.P.

DATOS	
Muestra patrón	0.25 kg/m³
00.70	00.50
00.86	00.85

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05
- Valor de control (t_c) = 4.302 – Según la tabla de valores de T de la distribución de Student
- Numero de muestras $n = n_1 + n_2 - 2$
- Donde $n = 2$

Tabla 36

Media y desviación estándar de la muestra patrón y la adición de 0.25 kg/m³ de F.S.P.

Descripción	M. Patrón (V_1)	0.25 kg/m³ (V_2)
Media	0.780	0.675
Varianza	0.0128	0.061
Varianza Común	0.037	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

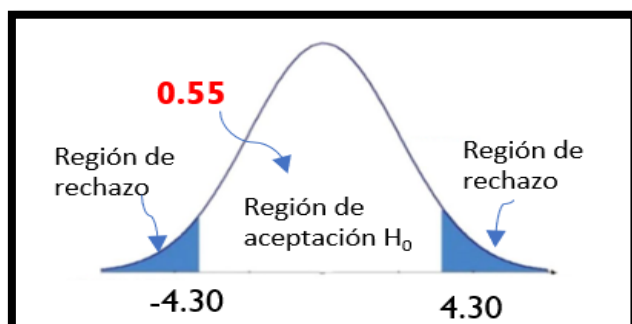
Elaboración de la campana Gauss para la adición de 0.25 kg/m³ de F.S.P.

Descripción	Muestras	
	Patrón	0.25 kg/m ³
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (tc)	±4.302	
Valores de prueba (t)	0.55	
Prueba	tc>t	
Decisión	Se acepta la adición de 0.25 kg/m ³ de F.S.P.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 35

Campana de Gauss de 0.25 kg/m³ de F.S.P.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Se observa que el valor estadístico $t = 0.55$ está dentro de la región de aceptación, entonces la prueba es aceptable al adicionar 0.25 kg/m³ de fibras sintéticas, por otro lado, la adición de fibras sintéticas de polipropileno **no influye** sobre la resistencia al agrietamiento por contracción plástica del concreto $f'_c=210$ kg/cm² en losas aligeradas, Abancay 2021.

- b. Prueba hipótesis específica “HE1” – comparación de la resistencia al agrietamiento por contracción plástica de la muestra patrón con la segunda adición de 0.50 kg/m³ de fibras sintéticas de polipropileno.

Tabla 38

Resistencia al agrietamiento por contracción plástica, muestra patrón y adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P.

DATOS	
Muestra patrón	0.50 kg/m³
00.70	00.00
00.86	00.40

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05
- Valor de control (tc) = 4.302 – Según la tabla de valores de T de la distribución de Student
- Numero de muestras $n = n_1 + n_2 - 2$
- Donde $n = 2$

Tabla 39

Media y desviación estándar de la muestra patrón y la adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P.

Descripción	M. Patrón (V_1)	0.50 kg/m³ (V_2)
Media	0.780	0.200
Varianza	0.0128	0.080
Varianza Común	0.046	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

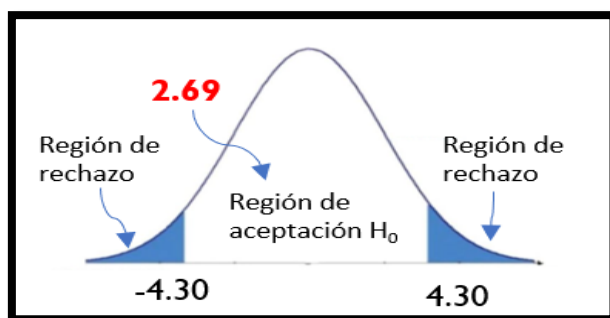
Elaboración de la campana de Gauss para la adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P.

Descripción	Muestras	
	Patrón	0.50 kg/m ³
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (tc)	±4.302	
Valores de prueba (t)	2.692	
Prueba	tc>t	
Decisión	Se acepta la adición de 0.50 kg/m ³ de F.S.P.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 36

Campana de Gauss de 0.50 kg/m³ de F.S.P.



Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Se observa que el valor estadístico $t = 2.69$ está dentro de la región de aceptación, entonces la prueba es aceptable al adicionar 0.50 kg/m³ de fibras sintéticas, por otro lado, la adición de fibras sintéticas de polipropileno **no influye** sobre la resistencia al agrietamiento por contracción plástica del concreto $f^c=210$ kg/cm² en losas aligeradas, Abancay 2021.

- c. Prueba hipótesis específica “HE1” – comparación de la resistencia al agrietamiento por contracción plástica de la muestra patrón con la tercera adición de 0.75 kg/m³ de fibras sintéticas de polipropileno.**

Tabla 41

Resistencia al agrietamiento por contracción plástica, muestra patrón y adición de 0.75 kg/m³ de F.S.P.

DATOS	
Muestra patrón	0.75 kg/m³
00.70	00.00
00.86	00.00

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05
- Valor de control (t_c) = 4.302 – Según la tabla de valores de T de la distribución de Student
- Numero de muestras $n = n_1 + n_2 - 2$
- Donde $n = 2$

Tabla 42

Media y desviación estándar de la muestra patrón y la adición de 0.75 kg/m³ de F.S.P.

Descripción	M. Patrón (V_1)	0.75 kg/m³ (V_2)
Media	0.780	0.00
Varianza	0.0128	0.00
Varianza Común	0.0064	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43

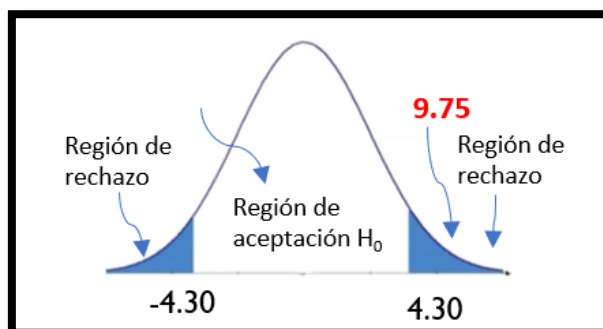
Elaboración de la campana de Gauss para la adición de 0.75 kg/m^3 de F.S.P.

Descripción	Muestras	
	Patrón	0.75 kg/m^3
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (t_c)	± 4.302	
Valores de prueba (t)	9.75	
Prueba	$T_c < t$	
Decisión	No se acepta la adición de 0.75 kg/m^3 de F.S.P.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 37

Campana de Gauss de 0.75 kg/m^3 de F.S.P.



Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Se observa que el valor estadístico $t = 9.75$ está fuera de la región de aceptación, entonces la prueba se rechaza al adicionar 0.75 kg/m^3 de fibras sintéticas, por otro lado, la adición de fibras sintéticas de polipropileno **influye** sobre la resistencia al agrietamiento por contracción plástica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021.

Hipótesis específica HE2:

Hi ($u \neq u_2$): La adición de fibras sintéticas de polipropileno **influye** en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021.

Ho ($\mu \neq \mu_2$): La adición de fibras sintéticas de polipropileno **no influye** en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021.

- a) **Prueba hipótesis específica “HE2” – comparación de la resistencia a la compresión de la muestra patrón con la primera adición de 0.25 kg/m^3 de fibras sintéticas de polipropileno.**

Tabla 44

Resistencia a compresión a los 28 días de concreto patrón y de 0.25 kg/m^3 de F.S.P.

Datos de rotura		
Edad	Muestra patrón	0.25 kg/m^3
	236.40	216.50
28 días	238.30	221.50
	240.80	227.50

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05
- Valor de control (t_c) = 2.78 – Según la tabla de valores de T de la distribución de Student
- Numero de muestras $n = n_1 + n_2 - 2$
- Donde $n = 4$

Tabla 45

Media y desviación estándar de la muestra patrón y la adición de 0.25 kg/m³ de F.S.P.

Descripción	M. Patrón (V_1)	0.25 kg/m ³ (V_2)
Media	238.50	221.83
Varianza	4.870	30.333
Varianza Común	17.601	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46

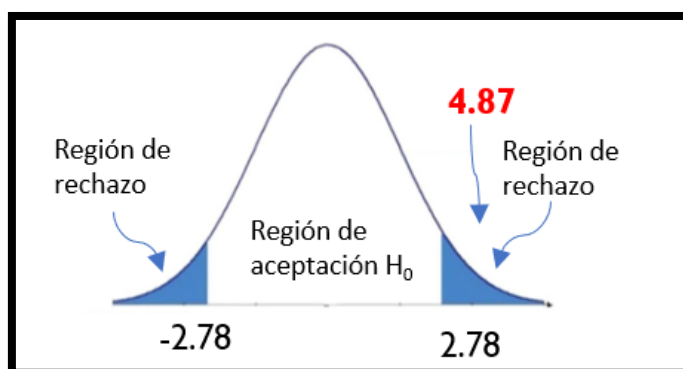
Elaboración de la campana de Gauss para la adición de 0.25 kg/m³ de F.S.P.

Descripción	Muestras	
	Patrón	0.25 kg/m ³
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (tc)	±2.78	
Valores de prueba (t)	4.87	
Prueba	tc < t	
Decisión	No se acepta la adición de 0.25 kg/m ³ de F.S.P.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 38:

Campana de Gauss de 0.25 kg/m³ de F.S.P.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se observa que el valor estadístico $t = 4.87$ está fuera de la región de aceptación, entonces la prueba se rechaza al adicionar 0.25 kg/m^3 de fibras sintéticas, por otro lado, la adición de fibras sintéticas de polipropileno **influye** sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021.

b) Prueba hipótesis específica “HE2” – comparación de la resistencia a la compresión de la muestra patrón con la primera adición de 0.50 kg/m^3 de fibras sintéticas de polipropileno.

Tabla 47

Resistencia a compresión a los 28 días del concreto patrón y de 0.50 kg/m^3 de F.S.P.

Datos de rotura		
Edad	Muestra patrón	0.50 kg/m^3
	236.40	209.50
28 días	238.30	213.30
	240.80	218.50

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05
- Valor de control (t_c) = 2.78 – Según la tabla de valores de T de la distribución de Student
- Numero de muestras $n = n_1 + n_2 - 2$
- Donde $n = 4$

Tabla 48

Media y desviación estándar de la muestra patrón y la adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P.

Descripción	M. Patrón (V_1)	0.50 kg/m ³ (V_2)
Media	238.50	213.76
Varianza	4.870	20.413
Varianza Común	12.641	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49

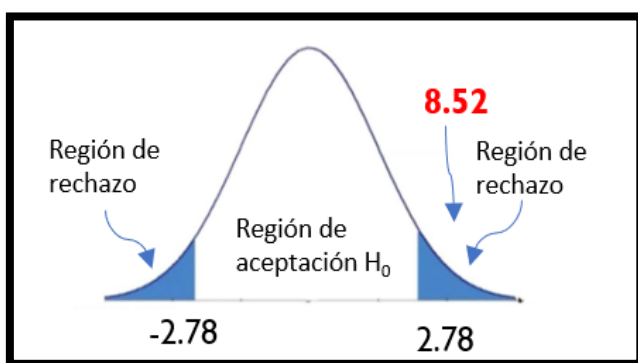
Elaboración de la campana de Gauss para la adición de 0.50 kg/m³ de F.S.P.

Descripción	Muestras	
	Patrón	0.50 kg/m ³
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (t_c)	± 2.78	
Valores de prueba (t)	8.52	
Prueba	$t_c < t$	
Decisión	No se acepta la adición de 0.50 kg/m ³ de F.S.P.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 39

Campana de Gauss de 0.50 kg/m³ de F.S.P.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se observa que el valor estadístico $t = 8.52$ está fuera de la región de aceptación, entonces la prueba se rechaza al adicionar 0.50 kg/m^3 de fibras sintéticas, por otro lado, la adición de fibras sintéticas de polipropileno **influye** sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021.

c) Prueba hipótesis específica “HE2” – comparación de la resistencia a la compresión de la muestra patrón con la primera adición de 0.75 kg/m^3 de fibras sintéticas de polipropileno.

Tabla 50

Resistencia a compresión a los 28 días del concreto patrón y de 0.75 kg/m^3 de F.S.P.

Datos de rotura		
Edad	Muestra patrón	0.75 kg/m^3
	236.40	210.60
28 días	238.30	211.20
	240.80	211.90

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05
- Valor de control (t_c) = 2.78 – Según la tabla de valores de T de la distribución de Student
- Numero de muestras $n = n_1 + n_2 - 2$
- Donde $n = 4$

Tabla 51

Media y desviación estándar de la muestra patrón y de 0.75 kg/m³ de F.S.P.

Descripción	M. patrón (V_1)	0.75 kg/m ³ (V_2)
Media	238.50	211.23
Varianza	4.870	0.423
Varianza Común	2.646	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52

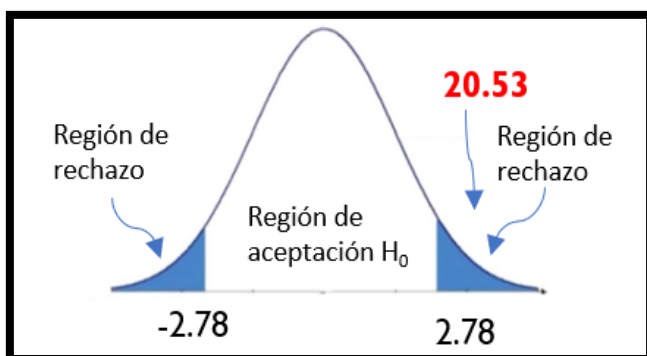
Elaboración de la campana de Gauss para la adición de 0.75 kg/m³ de F.S.P.

Descripción	Muestras	
	Patrón	0.75 kg/m ³
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (t_c)	± 2.78	
Valores de prueba (t)	20.53	
Prueba	$t_c < t$	
Decisión	No se acepta la adición de 0.75 kg/m ³ de F.S.P.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 40

Campana de Gauss de 0.75 kg/m³ de F.S.P.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se observa que el valor estadístico $t = 20.53$ está fuera de la región de aceptación, entonces la prueba se rechaza al adicionar 0.75 kg/m^3 de fibras sintéticas, por otro lado, la adición de fibras sintéticas de polipropileno **influye** sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en losas aligeradas, Abancay 2021.

CONCLUSIONES

Conclusión del objetivo general

Con respecto a la hipótesis general se concluye que la adición de fibra sintética de polipropileno influye en la resistencia al agrietamiento por contracción plástica de 0.75 kg/m³, en cambio de 0.25 kg/m³ y 0.50 kg/m³ estos dos últimos no influyen, al contrario al adicionar F.S.P de 0.25 kg/m³, 0.50 kg/m³ y 0.75 kg/m³ influye en la resistencia a la compresión, por otro lado se concluye que a medida que se incrementa el contenido de fibra de 0 a 0.75 kg/m³ la presencia de fibra permite que el índice de grietas sea menor en comparación de la muestra patrón, por otra parte existe una disminución de resistencia a compresión a medida que se incrementa la fibra. Debe tenerse en cuenta que a pesar de este comportamiento las muestras llegan a cumplir con la resistencia establecida según lo requerido de $f^c=210\text{kg/cm}^2$.

Conclusión del objetivo específico 1

Con respecto a la hipótesis específica 1 se puede concluir que con respecto al índice de grieta se puede observar que a medida que se incrementa el contenido de fibra de 0 a 0.75 kg/m³, la presencia de fibras permite que este índice de grieta sea menor. El índice de grieta varía de 0.78 mm a 0, para las mezclas con cantidad de fibra entre 0 y 0.75 kg/m³. La resistencia al agrietamiento por contracción plástica se ve influenciada de manera positiva ya que a mayor cantidad de fibra sintética el número de grietas y el índice de grietas disminuye, esto se vio reflejada luego de haber realizado el ensayo de contracción plástica.

Siendo el objetivo primordial el acero de temperatura reducir el agrietamiento en losas aligeradas y viendo los resultados obtenidos se demuestra que la fibra sintética de

polipropileno tiene o cumple la misma función que el acero de temperatura reduciendo al máximo la formación de grietas por contracción plástica.

Conclusión del objetivo específico 2

Con respecto a la hipótesis específica 2 se puede concluir que la resistencia a compresión al adicionar 0.25 kg/m^3 llega a un 93.01% de la muestra patrón, al adicionar 0.50 kg/m^3 llega al 89.63% de la muestra patrón y finalmente al adicionar 0.75 kg/m^3 llega al 88.57%, concluyendo que la fibra influyo negativamente teniendo una disminución de la resistencia a compresión a medida que se incrementa la cantidad de fibra a la mezcla en un porcentaje de 6.99%, 10.37%, 11.43% respecto a la muestra patrón al 100%, esto puede estar asociado a que las fibras sintéticas son un material hidrofóbico debido a su estructura química lo que genera una baja adherencia de la fibra sintética de polipropileno en el concreto, afectando negativamente su dispersión en la mezcla, o gran parte de la mezcla está ocupada por un material con más vacíos o a causa de insuficiente compactación debido a la presencia de la fibra, lo que genera el descenso de la resistencia.

Conclusiones generales a raíz de los ensayos realizados:

De los resultados a mayor adición de fibra sintética de polipropileno se va perdiendo la trabajabilidad en el concreto, esto se ve reflejando en los valores obtenidos luego del ensayo de revenimiento para cada tipo de mezcla, está pérdida de trabajabilidad es independiente de la relación agua cemento, ya que dicha relación es la misma para todos los tipos de mezcla evaluados.

De los resultados que se obtuvieron con respecto a las losas aligeradas, se desarrollaron para comprobar la resistencia al agrietamiento por contracción plástica, donde se puede observar con respecto al índice de grieta, se puede ver que a medida que se incrementa el contenido

de fibra de 0 a 0.75 kg/m^3 , la presencia de fibras permite que este índice de grieta sea menor. El índice de grieta varia de 0.71 mm a 0 en las losas aligeradas.

De los resultados se puede observar el costo de producción de metro cubico del concreto de los distintos tipos de mezcla evaluados en esta investigación, cabe recalcar que a medida que se adiciona mayor cantidad de fibra sintética el costo unitario de producción del concreto también se incrementa, el incremento de la mezcla M1 con respecto a la mezcla M0 es de 2.86 %, el incremento de la mezcla M2 con respecto a la mezcla M0 es del 5.72 % y el incremento de la mezcla M3 con respecto a la mezcla M0 es del 8.59%.

RECOMENDACIONES

Recomendación del objetivo general

Visto los resultados de resistencia al agrietamiento por contracción plástica y resistencia a compresión, se recomienda de manera general para futuras investigaciones hacer más estudios para obtener mejores resultados de fibra sintética de polipropileno en ejecutar un punto de equilibrio de 0.50 kg/m^3 a 0.75 kg/m^3 pues ambos valores dieron excelentes resultados.

Recomendación del objetivo específico 1

Visto los resultados del ensayo de resistencia al agrietamiento por contracción plástica adicionando fibras sintéticas de polipropileno de 0.25 kg/m^3 , 0.50 kg/m^3 y 0.75 kg/m^3 , se recomienda el uso de la adición entre 0.50 kg/m^3 y 0.75 kg/m^3 , ya que se ven ampliamente beneficiadas en reducir fisuras y agrietamientos, es por ello que podemos afirmar que si se adiciona fibra sintética en cantidades controladas los beneficios en las propiedades son altos por ende será favorable para la sociedad en las losas aligeradas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Recomendación del objetivo específico 2

Visto los resultados del ensayo de resistencia a compresión adicionando fibras sintéticas de polipropileno de 0.25 kg/m^3 , 0.50 kg/m^3 y 0.75 kg/m^3 , existe una disminución de resistencia a medida que se incrementa la fibra, es por ello que se recomienda realizar estudios de investigación con dosificaciones distintas a las planteadas de este estudio, para tener mejoras en la resistencia a compresión.

Otras recomendaciones:

- Grava. Que sea angulosa, De alta resistencia mecánica, estructura geológica, sana, bajo nivel de absorción, buena adherencia, de tamaño pequeño y densidad elevada.

- Arena. Bien graduada, con poco contenido de material fino plástico y módulo de finura controlado.
- Agua. Requiere estar dentro de las normas establecidas (agua potable).
- Es recomendable emplear de manera desmenuzada la fibra para que adhiera de forma uniforme en la mezcla.
- Es conveniente emplear una buena relación de agua/cemento, cuidando principalmente la trabajabilidad del concreto y en consecuencia, su revenimiento.
- Es recomendable hacer un buen diseño para así asegurar la calidad del concreto.
- Es recomendable hacer un control y comparación de las fisuras en los 4 especímenes, desde el momento que aparece hasta que disminuya o termine el proceso de fisuración.
- Recomendable, hacer el curado de los especímenes de manera inmediata y sacarla del agua con un tiempo prudente antes de hacer las pruebas de resistencia a la compresión.
- A pesar de que los materiales de construcción han mejorado con el paso del tiempo, aun continua la búsqueda por encontrar nuevas tecnologías en los procesos constructivos.

La investigación muestra la posibilidad de aplicar un concreto compuesto con el objeto de mejorar el concreto tradicional o convencional.

- Como ingenieros, conocer las propiedades del concreto reforzado con fibras de polipropileno; nos permite pensar en nuevas soluciones innovadoras, convenientes, prácticas y económicas que permitan resolver problemas de ingeniería civil y que garanticen los requerimientos del proyecto y la durabilidad de las estructuras.

- Introducir a nuestra región soluciones de concreto reforzado con fibras sintéticas usadas en otras partes del mundo, adecuando a nuestras necesidades constructivas, y a las particularidades de la geografía y el clima, entre otras especificaciones.
- Es recomendable el uso de las fibras sintéticas de polipropileno para la construcción de losas aligeradas, pavimentos y pistas.
- Uno de los problemas más álgidos son las fisuras en losas, con solo adicionar fibras sintéticas entre 0.25 kg/m^3 a 0.50 kg/m^3 y 0.75 kg/m^3 y con un costo adicional de S/. 12.50 a S/. 37.50 por metro cubico, obtenemos concretos que no han de mostrar fisuras, evitando así reparaciones y mantenimientos y sobre todo buena apariencia del concreto.

BIBLIOGRAFÍA

- 400.011, N. (2020). Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). En N. 400.011, *Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*.
- 400.018, NTP. (2013). *Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) por lavado en agregados*.
- 544.2R-89, A. (1999). *Medición de las propiedades del hormigón reforzado con fibras*.
- Abanto, F. (2017). *Tecnología del concreto*. Lima: Edición Universidad Nacional San Marcos.
- Calixto Tarazona, E. A. (2022). *Estudio de influencia de la adición de fibras de polipropileno en la resistencia a compresión del concreto de $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ con agregados del cerro marabamba, Huanuco - 2021*. Huanuco - Peru: Universidad de Huanuco.
- Cañón sosa, L. M., & Aldana calderon , F. G. (2016). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de concreto con fibras de polipropileno Sikafiber® Ad de sika y toc fibra 500 de toxement*. Bogota.
- Carhuapoma Carlos, W. R. (2018). *Efecto de las fibras de polipropileno para concretos de resistencias a la compresión de 210 KG/CM² Y 280 KG/CM², elaborados con agregados de la cantera de cochamarca - pasco*. Pasco - Peru: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion.
- CIP Sur. (2017). *Código ético del ingeniero civil*. Peru.
- Comite ACI 544.1R-96. (2002). *Report on Fiber Reinforced Concrete*.

- Davila Mercado, M. P. (2010). *Efecto de la adición de fibras sintéticas sobre las propiedades plásticas y mecánicas del concreto*. Mexico: Universidad nacional autónoma de Mexico.
- Edificaciones, R. N. (2006). Norma E.060.
- Hernandez Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación - Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.
- Ivala Espinoza, C. M. (2018). *Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto en resistencia $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm² en la ciudad de huancayo 2017*. Huancayo: Universidad continental.
- Mestanza Orellana, J. B. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión del concreto con adición de fibras de polipropileno sometido a ambientes severos: altas, bajas temperaturas y ambientes salinos*. Ambato - Ecuador.
- MTC E 201 - 2000. (s.f.). En *Muestreo para materiales de construcción*.
- NTP 339.034. (2021). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. En N. T. Peruana.
- NTP 339.035. (2022). Norma técnica peruana. En *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland*.
- NTP 400.010. (s.f.). En N. 400.010, *Extracción y preparación de las muestras*.
- NTP 400.012. (2018). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. LIMA.
- NTP 400.017. (2016). Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

- NTP 400.019. (2014). Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la degradacion en agregados gruesos de tamaños menores por abrasion e impacto en la maquina de Los Angeles.
- NTP 400.021. (2018). "Metodo de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso especifico) y absorcion del agregado grueso.
- NTP 400.022. (2018). Metodo de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso especifico) y absorcion del agregado fino.
- NTP 400.037. (2014). En N. 400.037, *Agregados de Concreto*.
- Pimienta Prieto, J. H., & Orden Hoz, A. (2017). *Metodologia de investigacion*. Mexico.
- Piñarreta Gutierrez, I. H. (2022). *Fibra de polipropileno para reducir el agrietamiento por contracción plástica del hormigon*. Lima - Peru: Universidad Ricardo Palma.
- Quispe Soto, Y., & Mayhuire Pacheco, H. J. (2018). *Incorporación de fibras de caucho neumático reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de abancay, 2018*. Abancay: Universidad Tecnologica de los Andes.
- Rivas Tobar, L. A. (2017). *Elaboracion de una tesis - Estructura y metodologia*. Mexico: Trillas.
- Toirac Corral, J. (2004). Patología de la construcción : grietas y fisuras en obras de hormigón ; origen y prevención. *Instituto tecnologico de Santo Domingo (INTEC)*.
- Toro Rosario, J. D. (2017). *Influencia de la fibra de polipropileno con 5%, 10% y 15% del volumen del cemento en la resistencia a compresion y traccion del concreto $f'c=210kg/cm^2$* . Chimbote - Peru.

Torre, I. A. (2004). *Curso basico de tecnologia del concreto para ingenieros civiles*. Lima:
Universidad nacional de ingenieria.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina del repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes