



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**“APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKA FIBER EN EL DISEÑO DE
MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LAS
CONSTRUCCIONES EN LA CIUDAD DE ICA”.**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERÍA CIVIL

PRESENTADO POR:

AUTOR: RIMACHE GOMEZ, GRECIA MARLIN

ICA – PERU

2022

DEDICATORIA

A mi madre Marina quien fue mi guía y, además
quien me enseñó que la humildad no es un
signo de pobreza sino de sabiduría, quiero
agradecerle por todo lo que hizo por mis
hermanas y por mí.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por dejar lograr mis sueños, agradecer a toda mi familia que me apoyaron en los momentos más difíciles de mi vida, a el amor de mi vida Luis Neil Puchuri Torres y al motor de mi vida Atenea Yulians Puchuri Rimache que son mi razón de vivir y por darme tanta dicha de verlos a diario dándome una sonrisa que da sentido a mi vida, gracias de corazón.

En segundo lugar, agradecer a los docentes de la facultad, en especial a mi asesor el Ingeniero Félix Alberto Ormeño Grados y a los profesionales encargados del laboratorio de Mecánica de Suelos, que sin ayuda no hubiera podido lograr hacer mis metas.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPITULO I	17
MARCO TEÓRICO.....	17
1.1. <i>Antecedentes del problema de investigación</i>	<i>17</i>
1.1.1. Antecedentes a nivel internacional	17
1.1.2. Antecedentes a nivel nacional	18
1.2. <i>Bases teóricas de la investigación</i>	<i>19</i>
1.3. <i>Marco Legal.....</i>	<i>31</i>
1.4. <i>Marco Conceptual</i>	<i>31</i>
CAPITULO II	33
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	33
2.1. <i>Situación problemática</i>	<i>33</i>
2.2. <i>Formulación del problema</i>	<i>33</i>
2.2.1. Problema general.....	33
2.2.2. Problemas específicos	33
2.3. <i>Delimitación del problema.....</i>	<i>33</i>
2.3.1. Delimitación espacial o geográfica.....	33
2.3.2. Delimitación temporal.....	34
2.3.3. Delimitación social.....	34
2.3.4. Delimitación conceptual.....	34
2.4. <i>Justificación e importancia de la investigación.....</i>	<i>34</i>
2.4.1. Justificación.....	34
2.4.2. Importancia.....	34
2.5. <i>Objetivos de la investigación.....</i>	<i>34</i>
2.5.1. Objetivo general	34

2.5.2.	Objetivos específicos	35
2.6.	<i>Hipótesis de la investigación</i>	35
2.6.1.	Hipótesis general	35
2.6.2.	Hipótesis específicas	35
2.7.	<i>Variables de investigación</i>	35
2.7.1.	Identificación de variables	35
2.7.2.	Operacionalización de variables	35
CAPÍTULO III	37
	ESTRATEGIA METODOLÓGICA/ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.1.	<i>Tipo, nivel y diseño de investigación</i>	37
3.2.	<i>Población y muestra materia de investigación</i>	37
CAPÍTULO IV	39
	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	39
4.1.	<i>Técnicas de recolección de datos</i>	39
4.2.	<i>Instrumentos de recolección de datos</i>	39
4.3.	<i>Técnicas de procesamientos de datos, análisis e interpretación de resultados</i>	39
4.3.1.	Ensayos en el laboratorio para el agregado fino	39
4.3.1.1.	Análisis Granulométrico	39
4.3.1.2.	Contenido de Humedad	41
4.3.1.3.	Peso unitario suelto y compactado	42
4.3.1.4.	Peso Específico	43
4.3.1.5.	Porcentaje de absorción	45
4.3.2.	Ensayos en el laboratorio para el agregado grueso	46
4.3.2.1.	Análisis Granulométrico	46
4.3.2.2.	Contenido de Humedad	48
4.3.2.3.	Peso unitario suelto y compactado	49
4.3.2.4.	Peso Específico	50
4.3.2.5.	Porcentaje de absorción	51
4.3.2.6.	Abrasión o desgaste del agregado grueso	51

4.3.3.	Diseño de Mezcla.....	53
4.3.3.1.	Método del módulo de fineza de la combinación de agregados	53
4.3.3.2.	Datos utilizados para el diseño de mezcla	58
4.3.4.	Ensayos en el laboratorio para el concreto en estado fresco.....	68
4.3.4.1.	Ensayo de consistencia	69
4.3.4.2.	Ensayo de Exudación.....	70
4.3.4.3.	Ensayo de peso unitario o densidad de masa.....	76
4.3.4.4.	Ensayo de Retracción Plástica	77
4.3.5.	Ensayos en el laboratorio para el concreto en estado endurecido	90
4.3.5.1.	Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 y 28 días para Concreto de Control.....	90
4.3.5.2.	Resultados del ensayo a compresión	95
CAPITULO V	99
	PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	99
5.1.	<i>Presentación e interpretación de resultados</i>	99
5.2.	<i>Discusión de los Resultados</i>	109
CAPÍTULO VI	111
	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	111
5.3.	<i>Contrastación de hipótesis general</i>	111
5.4.	<i>Contrastación de hipótesis específicas</i>	114
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

Tabla 1 Principales componentes del cemento portland.....	23
Tabla 2 Composición de los diferentes tipos de cemento.....	24
Tabla 3 Análisis granulométrico.....	27
Tabla 4.....	36
Tabla 5 Muestras patrón.	38
Tabla 6 Muestras con Aditivo Sika Fiber	38
Tabla 7 Análisis Granulométrico del Agregado Fino.....	40
Tabla 8 Contenido de humedad del agregado fino.	42
Tabla 9 Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.	43
Tabla 10 Peso unitario compactado del agregado fino.....	43
Tabla 11 Peso específico del Agregado Fino.	44
Tabla 12 Porcentaje de Absorción del Agregado Fino.....	45
Tabla 13 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	47
Tabla 14 Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	48
Tabla 15 Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.....	49
Tabla 16 Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.....	49
Tabla 17 Peso Específico del Agregado Grueso.....	50
Tabla 18 Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso.....	51
Tabla 19 Carga Abrasiva	52
Tabla 20 Resultados del Ensayo de los Ángeles.	52
Tabla 21 Resistencia a la compresión promedio.	53
Tabla 22 Selección del Asentamiento.....	54
Tabla 23 Contenido de Aire Atrapado.....	54
Tabla 24 Volumen unitario de agua ACI 211.....	55
Tabla 25 Relación de Agua y Cemento por Resistencia.....	55

Tabla 26 Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados	56
Tabla 27 Diseño de mezcla de concreto con aditivo Sika Fiber para 140kg/cm ² ...	68
Tabla 28 Diseño de mezcla de concreto con aditivo Sika Fiber para 210kg/cm ² ...	68
Tabla 29 Diseño de mezcla de concreto con aditivo Sika Fiber para 350kg/cm ² ...	68
Tabla 30 Procedimiento para el ensayo de Exudación para una f'c=140kg/cm ²	71
Tabla 31 Datos del ensayo de Exudación	71
Tabla 32 Procedimiento para el ensayo de Exudación para una f'c=210kg/cm ²	71
Tabla 33 Datos del ensayo de Exudación	72
Tabla 34 Procedimiento para el ensayo de Exudación para una f'c=350kg/cm ²	72
Tabla 35 Datos del ensayo de Exudación	73
Tabla 36 Procedimiento para el ensayo de Exudación para una f'c=140kg/cm ² con Sika Fiber.....	73
Tabla 37 Datos del ensayo de Exudación	74
Tabla 38 Procedimiento para el ensayo de Exudación para una f'c=210kg/cm ² con Sika Fiber.....	74
Tabla 39 Datos del ensayo de Exudación.....	75
Tabla 40 Procedimiento para el ensayo de Exudación para una f'c=350kg/cm ² con Sika Fiber.....	75
Tabla 41 Datos del ensayo de Exudación	76
Tabla 42 Datos para el Ensayo del Peso Unitario.....	77
Tabla 43	84
Tabla 44	84
Tabla 45	84
Tabla 46	84
Tabla 47	85

Tabla 48	85
Tabla 49	85
Tabla 50 Resultados de $f'c$ 140kg/cm ² a los 7 días.	95
Tabla 51 Resultados de $f'c$ 140kg/cm ² a los 28 días.	95
Tabla 52 Resultados de $f'c$ 210kg/cm ² a los 7 días.	96
Tabla 53 Resultados de $f'c$ 210kg/cm ² a los 28 días.	96
Tabla 54 Resultados de $f'c$ 350kg/cm ² a los 7 días.	96
Tabla 55 Resultados de $f'c$ 350kg/cm ² a los 28 días.	97
Tabla 56 Resultados de $f'c$ 140kg/cm ² a los 7 días.	97
Tabla 57 Resultados de $f'c$ 140kg/cm ² a los 28 días.	97
Tabla 58 Resultados de $f'c$ 210kg/cm ² a los 7 días.	98
Tabla 59 Resultados de $f'c$ 210kg/cm ² a los 28 días.	98
Tabla 60 Resultados de $f'c$ 350kg/cm ² a los 7 días.	98
Tabla 61 Resultados de $f'c$ 350kg/cm ² a los 28 días.	99
Tabla 62 Resultados del agregado fino en el laboratorio.	99
Tabla 63 Resultados del agregado grueso en el laboratorio.	99
Tabla 64	100
Tabla 65 Resultados del Ensayo de la consistencia.	102
Tabla 66 Resultados del Ensayo de Exudación.	103
Tabla 67 Resultados del Peso Unitario.	105
Tabla 68 Promedio de resistencia a la compresión del concreto $f'c=140$ kg/cm ²	106
Tabla 69 Promedio de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	107
Tabla 70 Promedio de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350$ kg/cm ²	108
Tabla 71	111
Tabla 72	112

Tabla 73	114
Tabla 74	114
Tabla 75	115
Tabla 76 Resultados del Ensayo de Exudación.	116
Tabla 77 Resultados del Ensayo de la consistencia.	117
Imagen 1 Curva Granulométrica del agregado fino.	41
Imagen 2 Curva granulométrica del Agregado Grueso	48
Imagen 3 Consistencia del concreto	70
Imagen 4 Limpiar el lugar donde se va a colocar la losa.....	78
Imagen 5 Compactar el suelo.	78
Imagen 6 Encofrado de un 1x1x0.10m.....	79
Imagen 7 Mezcla sin aditivo.....	79
Imagen 8 Mezcla con aditivo.....	79
Imagen 9 Colocar el concreto.	80
Imagen 10 Frotachar la superficie.	80
Imagen 11 Losa de concreto con diseño de 140kg/cm ² - Patrón	81
Imagen 12 Losa de concreto con diseño de 210kg/cm ² - Patrón	81
Imagen 13 Losa de concreto con diseño de 350kg/cm ² - Patrón	81
Imagen 14 Losa de concreto con diseño de 140kg/cm ² - con Sika Fiber	82
Imagen 15 Losa de concreto con diseño de 2100kg/cm ² - con Sika Fiber	82
Imagen 16 Losa de concreto con diseño de 350kg/cm ² - con Sika Fiber	83
Imagen 17 3 Losas de concreto Patrón y 3 Losas de concreto con Sika Fiber.....	83
Imagen 18 Fisuras en la losa de concreto sin aditivo en el diseño de mezcla de 140kg/cm ²	87

Imagen 19 Fisuras en la losa de concreto sin aditivo con diseño de mezcla de 210kg/cm ²	90
Imagen 20 Acondicionamiento del molde.....	91
Imagen 21 Alistando los materiales para la mezcla en el trompo	92
Imagen 22 Componentes del concreto en el trompo	92
Imagen 23 Echando el Aditivo Sika Fiber al concreto.....	92
Imagen 24 Enrasando las probetas para el concreto.....	93
Imagen 25 Probetas listas para el curado al día siguiente.	93
Imagen 26 Probetas en el pozo para el curado.	94
Imagen 27 Probetas después del curado.	94
Imagen 28 Probeta en la máquina Compresora.	94
Imagen 29 Probeta después del ensayo de compresión.....	95
Imagen 30 Ficha Técnica del aditivo Sika Fiber PE pag.01; Error! Marcador no definido.	
Imagen 31 Ficha Técnica del aditivo Sika Fiber PE pag.02; Error! Marcador no definido.	
Imagen 32 Certificación de los ensayos en el laboratorio; Error! Marcador no definido.	
Imagen 33 Taras para los ensayos de los agregados. Error! Marcador no definido.	
Imagen 34 Pesando el agregado grueso para el tamizado. Error! Marcador no definido.	
Imagen 35 Pesando el agregado fino para el tamizado. Error! Marcador no definido.	
Imagen 36 Máquina para tamizar el agregado fino. Error! Marcador no definido.	

Imagen 37 Ensayo para hallar el peso de absorción del agregado fino. ;**Error!**

Marcador no definido.

Imagen 38 Ensayo para hallar el Peso específico del agregado fino. ;**Error!**

Marcador no definido.

Imagen 39 Materiales listos para la mezcla de concreto. ;**Error!** **Marcador no definido.**

Imagen 40 Presentación del Aditivo Sika Fiber PE ;**Error!** **Marcador no definido.**

Imagen 41 Componentes listos para la mezcla en el trompo. ;**Error!** **Marcador no definido.**

Imagen 42 Prueba de Abraham para la consistencia del concreto. ;**Error!**

Marcador no definido.

Imagen 43 Preparando los moldes para el llenado de las probetas. ;**Error!**

Marcador no definido.

Imagen 44 Probetas listas para el curado. ;**Error!** **Marcador no definido.**

Imagen 45 Colocación de las probetas para su curado correspondiente. ;**Error!**

Marcador no definido.

Imagen 46 Rompimiento de probetas en la máquina compresora. ;**Error!**

Marcador no definido.

RESUMEN

La presente tesis de investigación tiene por objetivo mejorar la resistencia a la compresión y evitar el fisuramiento por retracción plástica aplicando el aditivo Sika Fiber PE. Los datos del concreto en estado fresco, endurecido, se obtuvieron de los ensayos realizados en laboratorio y campo.

Su elemental característica del aditivo Sika Fiber PE es la reducción de fisura en el concreto, no dejando de lado que en estado endurecido ayuda a la resistencia a la compresión, por este motivo se busca la comparación de diseño de mezcla sin y con aditivo, dentro del desarrollo de la presente tesis se menciona los siguientes puntos:

- Obtuvimos resultados mediante los ensayos necesarios de los agregados finos y gruesos del concreto, para realizar los diseños de mezcla tanto del concreto patrón como del concreto con aditivo, por lo que se ensayó 36 probetas en total. La cantidad de fibra sintética utilizada fue de 600gr por metro cúbico de concreto para resistencias a compresión menores de 300kg/cm² y 1kg por metro cúbico de concreto para resistencias a compresión mayores a 300kg/cm².
- Se analizó la retracción plástica en 3 losas patrón con diseños de mezcla de 140kg/cm², 210kg/cm² y 350kg/cm² y otras 3 losas con el aditivo Sika Fiber PE con diseños de mezcla de 140kg/cm², 210kg/cm² y 350kg/cm² concluyendo que reduce considerablemente las fisuras de la superficie, a causa de los cambios bruscos de temperatura.
- En el ensayo de resistencia a la compresión se verificó que si ayuda al aumento de resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The present research thesis aims to improve compression resistance and avoid plastic shrinkage cracking by applying Sika Fiber PE additive. Data for concrete in fresh, hardened state. were obtained from laboratory and field tests.

Its elemental characteristic of the Sika Fiber PE additive is the reduction of cracks in the concrete, not leaving aside that in the hardened state it helps the compression resistance, for this reason the comparison of the mix design without and with additive is sought, within the development of this thesis mentions the following points:

- We obtained results by means of the necessary tests of the fine and coarse aggregates of the concrete, to carry out the mix designs for both the standard concrete and the concrete with additive, where each of the water / cement ratios of 0.39, 0.57 and 0.69, for which 36 designs were tested in total. The amount of synthetic fiber used was 600gr per cubic meter of concrete for compressive strengths less than 300kg / cm² and 1kg per cubic meter of concrete for compressive strengths greater than 300kg / cm².

- Plastic shrinkage was analyzed in 3 pattern slabs with mix designs of 140kg / cm², 210kg / cm² and 350kg / cm² and another 3 slabs with Sika Fiber PE additive with mix designs of 140kg / cm², 210kg / cm² and 350kg / cm², concluding that it considerably reduces surface cracks due to sudden changes in temperature.

- In the compressive strength test it was verified that it helps to increase compressive strength.

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO:

APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKA FIBER EN EL DISEÑO DE MEZCLA
PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES
EN LA CIUDAD DE ICA.

ÁREA DE CONOCIMIENTO:

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN

AUTOR:

BACH. GRECIA MARLÍN RIMACHE GÓMEZ.

ASESOR:

ING. FÉLIX ALBERTO ORMEÑO GRADOS.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como título “Aplicación del Aditivo Sika Fiber en el Diseño de Mezcla para la Resistencia a la compresión de las construcciones en la ciudad de Ica”, busca evaluar el efecto del Aditivo Sika Fiber PE en estado fresco la retracción plástica y en estado endurecido la resistencia a la compresión para los diseños de mezcla 140kg/cm², 210kg/cm² y 350kg/cm².

Actualmente sabemos que el concreto, está conformado por tres ingredientes que son: el cemento, los agregados y el agua; se incorpora un ingrediente más que es el aditivo para mejorar las propiedades y el comportamiento del concreto

Espero que con la información que les entrego en la presente tesis, contribuya al conocimiento de la población de Ica, acerca de las bondades del aditivo Sika Fiber PE.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del problema de investigación

1.1.1. Antecedentes a nivel internacional

AUTOR: Ing.Leyva Cervantes María del Rosario (junio del 2014) TITULO: DURABILIDAD DE COMPUESTOS A BASE DE MATRICES MINERALES REFORZADOS CON FIBRAS NATURALES, México.

El autor Leyva (2014) de este título nos afirma que las hebras naturales reducen la proporción de agua/cemento, no obstante, al beneficiarse los hidrofóbicos que fue reducido fundamentalmente de ceras y emulsiones redujo en un peso apropiado. Las ceras reprensiones mulprox 2035 y mulprox 2047 trabajan en la merma significativa de la impregnación de líquido en entreambos elementos hebras inclusive un 40% y 55% con respecto al examen respectivamente. De la misma práctica, las emulsiones emulwax 3040 y la emulwax 3060 redujeron la filtración en un 70% y 30% con respecto al examen respectivamente. La trabajabilidad de las mezclas se ve afectada de acuerdo al tipo de fibra y volumen que se utilice, a mayor contenido de fibras su trabajabilidad disminuye debido a un aumento en su área superficial.

AUTOR: Fernando Muñoz Cebrián. (junio del 2011) TITULO: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA DE POLIPROPILENO MULTIFILAMENTO: INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE FIBRA ADICIONADO, Valencia.

El presente trabajo de Muñoz (2011) tiene como objetivo verificar la agregación de la fibra que osciló entre el 5% y el 20% en peso del cemento, con este porcentaje se verifico en los ensayos de resistencia a la compresión y la resistencia al flexo tracción de la adhesión de hebra de polipropileno multifilamento en morteros de adhesiones prestaciones, en las propiedades automáticas del mortero endurecido. En la exploración se realizaron ensayos comparativos entre un mortero modelo, que no contenía hebras y morteros con distinto porcentaje de hebra asociado. Con todo se pudo percibir que a máximo cantidad de fibra adicionada menor es la trabajabilidad del hormigón.

AUTOR: Flores Fernández Jesús Alberto. (junio del 2014) TITULO: EFECTO EN LAS PROPIEDADES EN TENSIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO BASE CEMENTO REFORZADO CON FIBRAS DE PET RECICLADO, México.

Flores (2014) nos muestra preocupación acerca de los daños ambientales, por ende, la solución a esta mala práctica es el aprovechamiento de recipientes de PET, que están regido en pautas ambientales. El desarrollo de las grandes civilizaciones es gracias a las grandes industrias, pero a la vez malignas ya que contribuye al desgaste del planeta, para esto se hicieron ensayos de concreto reforzado o adicionado con PET, llegando a una conclusión que el PET degrada en gran porcentaje al interactuar con un matriz de cemento a ebullición directa en una máquina universal INSTRON; incluso se hicieron pruebas a compresión del mortero sin refuerzo para precisar la abundancia de días conformes de restablecido para conseguir una alta resistora.

1.1.2. Antecedentes a nivel nacional

AUTORES: Llanos Falcon Jeremy Andre y Mellado Teves Meliza Sumak, 2020 TITULO: “CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS”, Perú.

La presente investigación de Llanos y Mellano (2020) nos aporta principalmente la administración exacta de cuanto integrar al concreto las microfibras sintéticas de polipropileno FIBRA ULTRAFINA de la marca CHEMA y microfibra sintética acrílica DRYMIX RC4020 de la marca SUDAMERICANA DE FIBRAS, rigiéndose lo que nos dice en su hoja técnica de cada producto, con esto se llega a una conclusión a la disminución de la retracción plástica sin afectar a las propiedades del concreto además analizando económicamente cuanto es el gasto interviniendo con estos productos. Se realizarán ensayos de laboratorio en 17 mezclas para luego medir la retracción plástica en cada una de ellas utilizando los paneles normados por el ASTM C1579-13, midiendo también las demás propiedades que serán comparadas con el desempeño de un concreto convencional.

AUTORES: Sánchez Muñoz, Fernando Lorenzo y Tapia Medina, Robinson David, 2015 TITULO: “RELACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO A EDADES DE 3, 7, 14, 28 Y 56 DIAS

RESPECTO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO A EDAD DE 28 DIAS”, Perú.

Los autores Sánchez y Tapia (2015) nos dan a conocer en ensayos normalizados del cual es en las probetas cilíndricas de medida de 15 cm. x 30 cm, nos hacen mención que se realizó ensayos de concreto con distintas edades 3, 7, 14, 28 y 56 días, de cada uno se tuvo 3 muestras, llegando a determinar en una ecuación el comportamiento del concreto en la fase de fraguado.

1.2. Bases teóricas de la investigación

Concreto

“En términos generales, el concreto u hormigón puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (Cemento Portland Hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un todo compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.” (Carbajal, 1993, pág. 19).

La Norma Técnica Peruana 339.047 menciona que el concreto “Es una mezcla de material aglomerante, agregados fino y grueso. En el concreto simple, comúnmente se usan como medio aglomerante el cemento portland y el agua, pero también pueden contener puzolanas, escorias y/o aditivos químicos.” (2006, pág. 06).

El concreto es un material durable y resistente, dado que se trabaja en su forma líquida, prácticamente puede adquirir cualquier forma. Esta combinación de características es la razón principal por la que es un material de construcción tan popular.

Propiedades del concreto

- **Retracción Plástica**

La retracción plástica en el concreto es un proceso en el cual hay una pérdida de agua desde su estado fresco hasta el endurecido, donde la tasa de evaporación del agua es mayor a la tasa de exudación y provoca esfuerzos en los poros capilares del concreto. Esto tendrá como consecuencia el cambio volumétrico del elemento y la generación de tensiones que provocaran fisuras pudiendo dar pie al desarrollo de otras patologías de mayor gravedad. (Ruiz, López y Martínez., 2005) señalan que las fisuras provocadas en el estado fresco del concreto pueden ocasionar más adelante otras patologías debido a la necesidad actual del uso de concretos con relación agua/cemento bajo y de cementos

de mayor finura por adiciones de materiales cementicios muy finos. Además, las condiciones ambientales extremas causan la rápida evaporación del agua de la superficie expuesta por lo cual se generan tensiones internas antes que el concreto haya logrado alcanzar la resistencia a la tracción suficiente para contrarrestar estos esfuerzos (Mendoza, Aire y Dávila., 2011).

“La propiedad de contracción del concreto nos dice que es una fisuración múltiple del concreto, a razón de la pérdida de agua y además del impedimento del agregado”. (Lopez, 2000, pág. 243).

Propiedades del concreto fresco

- **Consistencia o fluidez**

“Esta propiedad está vinculado con la humedad, ya que éste determina la facilidad de trabajar con la mezcla, puesto en obra.”. (López, 2014, pág. 32)

“Usualmente la consistencia de una mezclase define por el grado de asentamiento de la misma. Corresponden los menores asentamientos a las mezclas más secas y los mayores a las consistencias fluidas”. (Carbajal, 1993, pág. 208).

“La consistencia está relacionada con la trabajabilidad, pero no son sinónimos, mezclas de mayor grado de consistencia pueden ser menos trabajable”. (López, 2014, pág. 32)

- **Trabajabilidad**

Según la norma ACI 116R, nos dice que es una propiedad del concreto o mortero al estado fresco, que determina la facilidad y homogeneidad, con que se puede mezclar, colocar, compactar y dar su acabado final. La manejabilidad del concreto es usualmente juzgada por un examen visual, debido a que hasta el momento no se conoce ningún ensayo que mida la propiedad de manera directa.

Según el auto Carbajal nos menciona que “este atributo del concreto es esencialmente cuando el concreto es sencillo de manipular a la hora de saturar los encofrados, la mezcla tiene que tener fluidez para llenar los cuellos de botella en una construcción de baja, media y alta gama, para alcanzar una superficie presentable y uniforme”. (1993, pág. 205)

- **Exudación**

En la Norma Peruana NTP 339.077 nos dice que a razón de esta propiedad, el concreto en muchas desenlaces queda débil, poco duradero, ya que el agua asciende a la superficie a razón de que el concreto tiene exceso de humedad.

En la siguiente información el autor afirma “que la propiedad de exudación del concreto, se produce en la post colocación de la mezcla en el encofrado, ya que los agregados llegan al tope de su fortalecimiento causando la aleación de partículas”. (Rivva López, 2014, pág. 211)

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudieran tener. (Carbajal, 1993, pág. 141)

- **Peso unitario**

Según la Norma Peruana NTP. 339.046 el peso unitario del concreto es el peso varillado de una muestra representativa del concreto. Se expresa en kilos por metro cúbico.

Además conforme a lo que dice en el ASTM C 29 el peso unitario, se define como “la división de la masa del agregado en estado seco, tiene que estar en un determinado nivel de compactación; se le divide con el volumen que incluyendo los vacíos de aire entre partículas y los de absorción y se expresa en lbf/pie³ (kg/m³). Los resultados obtenidos en este ensayo son necesarios para el proporcionamiento de mezclas de concreto hidráulico y para conversiones masa/volumen en la aceptación de materiales en la obra”.

- **Tiempo de fraguado**

Según la Norma Peruana NTP. 339.082 nos menciona, que es un proceso de dureza del concreto, es decir, esta propiedad mide el tiempo que se demora el mortero en filtrarse hallando los alcances determinados de resistencia.

Este método puede determinar los efectos de la variable, tales como contenido de agua, marca, tipo y cantidad de material cementico, o adiciones, en el tiempo de fragua.

Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración.

- ✓ Equipo: penetrómetro - pistones.
- ✓ Envases con concreto (zarandeado por la malla N° 3/8).

Propiedades del concreto endurecido

- **Resistencia a la compresión**

Según la Norma Peruana NTP 339.034 el Ensayo de Compresión constituye la forma más práctica y tradicional de evaluar la Resistencia y Uniformidad del Concreto.

“El concreto se desenvuelve mejor frente a las cargas y esfuerzos de cualquier dimensión, esto es debido a los componentes que lo conforman la pasta, o sea de acuerdo a la calidad de cada integrante de la mezcla, a esto también se le adiciona las condiciones puesto en obra”. (Carbajal, 1993, pág. 143).

Según el código ACI318-05 es el valor promedio de ensayar en compresión dos probetas cilíndricas de 6” de diámetro por 12” de altura que han sido muestreadas, moldeadas, curadas y ensayadas bajo condiciones estándar controladas.

- **Elasticidad del concreto**

El módulo de elasticidad del concreto se puede definir como la pendiente de la línea trazada desde el esfuerzo de cero a un esfuerzo de compresión de 0.45 f'c. Como el hormigón es un material heterogéneo. La resistencia del hormigón depende de la proporción relativa y el módulo de elasticidad del agregado.

Para conocer el valor exacto del módulo elástico de un lote de concreto , se pueden realizar pruebas de laboratorio. Además, hay algunas fórmulas empíricas proporcionadas por diferentes códigos para obtener el módulo elástico del hormigón. Estas fórmulas se basan en la relación entre el módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión del hormigón. Se puede obtener fácilmente un valor aproximado del módulo de elasticidad del concreto usando 28 días de resistencia del concreto (f' c) con estas fórmulas.

Módulo elástico del concreto puede calcularse con suficiente precisión a partir de la siguiente ecuación dada por el código ACI 318-08.

$$E_c = W^{1.5} * 4000 \sqrt{f'_c}$$

W = Es el peso específico del concreto.

- **Módulo de elasticidad del concreto**

El módulo de elasticidad (también conocido como módulo de elasticidad, el coeficiente de elasticidad) de un material es un número que se define por la relación de la tensión aplicada a la deformación correspondiente dentro del límite elástico . Físicamente indica la resistencia de un material a deformarse cuando se le aplica una tensión. El módulo de elasticidad también indica la rigidez de un material.

Según el autor Carbajal (1993, pág. 143). nos dice que la relación esfuerzo-deformación, al principio se muestra de manera constante ósea lineal, pero a medida que se va incrementando las cargas se va curvando, con esto se comprueba que el concreto no es totalmente elástico.

- **Módulo de rotura**

Nos menciona en la norma ASTM C78 que “ la resistencia a la flexión se expresa como módulo de rotura, es un ensayo que se realiza a las vigas de concreto, donde se le atribuye cargas en los tercios de su claro apoyo, hay similitud con otras pruebas donde concluyeron con resultados diferentes de resistencia a la tensión (aproximadamente 15% a 20% mayores) pero que no son los que considera AASHTO para el diseño”.

Cemento

El cemento es un componente más en el concreto, por lo general se conoce con este nombre, pero en Perú, hay muchas marcas y tipos de cementos que nos ofrecen en el mercado. El cemento esta constituido fundamentalmente de la roca llamado también Clinker, claro se le incorpora también el yeso, con esto el cemento funcionando mejor con el agua, ya que le da una capacidad de trabajabilidad junto a los agregados que más adelante llega a constituirse con una resistencia requerida de acuerdo al diseño de mezcla.

El cemento empleado en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de las siguientes normas (Rivva López, 2014, pág. 20).

- Los cementos Portland normal Tipo I, II o V respectivamente con las Normas NTP 334.009; o con la Norma ASTM C 150.
- Los cementos Portland puzolánicos Tipo IP y IPM, deberán cumplir con los requisitos de la Norma NTP 334.090; o con la Norma ASTM C 595.

Cemento Portland

La Norma Técnica Peruana, guiada por la ASTM C-150, hace la siguiente definición: “El cemento Portland, es el cemento más utilizado como aglomerante para la preparación del hormigón; producto que se obtiene por la pulverización del Clinker Portland con la adición de una o más formas de yeso (sulfato de calcio). Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales, como el yeso, deben ser pulverizados conjuntamente con el Clinker”

Composición del cemento Portland:

Tabla 1

Principales componentes del cemento portland.

NOMBRE DEL COMPONENTE	COMPOSICIÓN ÓXIDA	ABREVIATURA
-----------------------	-------------------	-------------

Silicato tricálcico	3CaO.SiO ₂	C3S
Silicato dicálcico	2CaO.SiO ₂	C2S
Aluminato tricálcico	3CaO.Al ₂ O ₃	C3A
Aluminio Ferrito tetracálcico	4CaO.Al ₂ O ₃ . Fe ₂ O ₃	C4AF

Fuente: Tecnología del concreto. A.M. Neville y J.J. Brook

Tipos de cemento

- **Cemento portland sin adición:**

Dentro del mercado de la construcción existen diversos tipos de cemento que son utilizados de acuerdo a las características y especificaciones de cada uno.

Tabla 2

Composición de los diferentes tipos de cemento.

Cemento	Composición de los componentes, porcentaje %							
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₃ AF	CaSO ₄	CaO libre	MgO	Pérdida en encendido
Tipo I	59	15	12	8	2.9	0.8	2.4	1.2
Tipo II	46	29	6 (8máx)	12	2.8	0.6	3.0	1.0
Tipo III	60	12	12 (15má)	8	3.9	1.3	2.6	1.9
Tipo IV	30 (35má)	46 (40mí)	5 (7máx)	13	2.9	0.3	2.7	1.0
Tipo V	43	36	4 (5máx)	12	2.7	0.4	1.6	1.0

Fuente: Tecnología del concreto. A.M. Neville y J.J. Brook

Según las Normas vigentes del ACI 318, los cementos se dividen en 5 clases, que se diferencian por sus características, y por las condiciones donde son requeridas:

- ✓ Tipo I: Para construcciones de concreto y mortero de uso general y cuando no se requiera propiedades específicas, se utiliza en concretos que no estén sujetos al ataque de factores agresivos como podría ser la presencia de sulfatos en el suelo o en el agua.
- ✓ Tipo II: En obras donde se requiera resistencia moderada a la acción de los sulfatos (ejm. Estructuras de drenaje) y/o moderado Calor de hidratación (consecuencia de la hidratación del cemento). Se recomienda en edificaciones, estructuras

industriales, puentes, obras portuarias, perforaciones y en general en todas aquellas estructuras de volumen considerable, y en climas cálidos.

- ✓ Tipo III: Para obras que requiera alta resistencia elevadas a edades tempranas, normalmente a menos de una semana (ejm: adelanto de la puesta en servicio) y también en obras de zonas frías su uso permite reducir el curado controlado.
- ✓ Tipo IV: Para Estructuras se requiera bajo Calor de Hidratación, caso de represas, centrales hidroeléctricas y obras de grandes masas de concreto, también debe tenerse en cuenta que este cemento desarrolla resistencias a una velocidad inferior a la de los otros cementos.
- ✓ Tipo V: Además de las cualidades del Tipo II, es recomendado para obras donde se requiera elevada resistencia a los sulfatos. Es el caso de obras portuarias expuesta al agua de mar También en canales, alcantarillas, túneles, suelos con alto contenido de sulfatos. estos cementos desarrollan resistencias más lentamente que los cementos tipo I, incrementan su resistencia a los sulfatos.

Cemento Inka Ultra Resistente

Uno de los productos bandera de Cementos Inka, es sin duda el cemento Ultra resistente, ya que se ha convertido en uno de los cementos preferidos del mercado nacional.

El brinda ventajas y propiedades únicas para su utilización en obras de concreto estructural, edificios, industria, minería, infraestructura vial, construcción de viviendas y elementos de concreto. Es compatible con agregados convencionales y aditivos que dosificados apropiadamente proporciona a la mezcla fresca la trabajabilidad, fluidez y plasticidad que la obra requiere.

Características

El Cemento Inka Ultra Resistente posee:

- ✓ Moderado calor de hidratación.
- ✓ Altas resistencias en el tiempo
- ✓ Mayor trabajabilidad e impermeabilidad.
- ✓ Moderada resistencia a los sulfatos.
- ✓ Baja reactividad con agregados álcali-reactivos, cumpliendo las normas técnicas NTP 334.090 y la ASTM C-595 satisfaciendo cualquier necesidad de la construcción.

Su adición de microfiller calizo, complementado con una molienda extrafina, mejoran las propiedades físicas del cemento, obteniendo una mezcla con:

- ✓ Menos porosidades.
- ✓ Más compacta.
- ✓ Masa más adherible.

Es un cemento que se acondiciona a todos los climas del Perú. (Ficha técnica de cemento Inka ultra Resistente).

Agua

En la siguiente definición de acuerdo al autor Carbajal (1993, pág. 59), nos dice “el agua es el componente del cual está muy ligado con el cemento, ya que éste le hidrata, para poder cumplir su función en el concreto, además el agua tiene ciertas condiciones para su uso”.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla del concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

Funciones

- ✓ Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- ✓ Actúa como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- ✓ Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacios para desarrollarse.

Agregado Fino

El agregado fino se define que es un componente más en el concreto, tiene funciones y características normalizados o estandarizados para su correcto uso, por conocimiento pasa por el tamiz 9,5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz 74 μm (N° 200).

Según nos redacta la NTP 400.037 (2014) que “hay casos donde ocurre deficiencias de acuerdo a estudios en los tamices 300 μm (N° 50) y 150 μm (N°100), presentando dificultades en la trabajabilidad, bombeo o excesiva exudación, donde se puede subsanar incorporando aditivos”.

Proseguimos a comentar acerca de la tabla 3, como fuente tenemos a la NTP 400.037, aquí nos hace mención de un análisis granulométrico, donde podemos concluir que a partir del tamiz 9.5mm (3/8”), en un ensayo hecho en el laboratorio, debe pasar el 100% del agregado y a partir del tamiz 4.74mm (N°4) si hay porcentajes retenidos de agregado

fino, pero nos damos cuenta que en tamices consecutivos no pasa del 45% del porcentaje retenido.

Tabla 3
Análisis granulométrico

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: Norma NTP 400.037

El agregado fino que se utilizó en el presente trabajo proviene del río Ica, es un río del Perú, uno de los cuatro que, de norte a sur, descienden en forma paralela y conforman la red hídrica del departamento de Ica.

El agregado se obtuvo de la zona de San Juan Bautista, distrito de Ica, para esto se procedió con el agregado limpio, libre de partículas de suciedad.

Materia prima

El río Ica es una fuente de extracción de agregado fino, que es utilizado en las construcciones que se realizan en nuestras localidades.

Es un material diferente a la arena de la duna, la arena del río Ica es más gruesa cumpliendo con los requisitos de la Norma 400.037 que define como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas que pasa al tamiz NTP 9.5mm (3/8”).

Agregado Grueso

El agregado grueso se define según Norma 400.037 o ASTM C 33, “como un componente que es retenido a partir del tamiz 4.75 mm (N° 4), seguidamente nos dice que la granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼, y asegura que el agregado grueso permite obtener la máxima densidad del concreto”.

Para el presente trabajo se utilizó el agregado grueso de la Cantera Palomino, se encuentra en Parcona distrito de Ica, es una empresa dedicada al rubro de la explotación de las piedras y/o rocas que se utilizan en la construcción.

La empresa realiza el proceso de reducción del material para la utilización en la construcción que está dentro de los estándares permitidos por la NTP 400.037 donde nos indica que el agregado grueso es retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 4) proveniente de la desagregación natural o artificial de la roca, y las normas ASTM C 33.

Derivados de la piedra chancada:

- ✓ Afirmado.
- ✓ Piedras chancadas de ½”.
- ✓ Piedras chancadas de ¾”-
- ✓ Piedras base.
- ✓ Ripio común.
- ✓ Confitillo ¼”.
- ✓ Arena.

Materia prima

Piedra chancada de ¾”

Esta piedra es de consistencia dura, no se rompe fácilmente, no es porosa, no contiene arcilla ni impurezas, es limpia. Se usa para preparar el concreto y se obtiene de la trituración con maquinarias, su uso depende del lugar y tamaño de la estructura donde se le empleará, la cantera Palomino producen mayor cantidad.

Usos:

- ✓ Preparación del concreto
- ✓ Ideal para concretos de resistencias normales.
- ✓ Funciona en de lozas, muros, plintos y pilares.

Aditivos

Son aquellos tipos de fibras diseñadas específicamente para el concreto, que brindarán mejoras en las propiedades.

En la presente investigación se trabajará con Fibras Sika Fiber Perú.

Los concretos reforzados con fibras están constituidos por una matriz formada principalmente por cemento, agregados fino y grueso, agua y fibras adecuadas, adicionalmente podrían incorporarse aditivos y adiciones.

Las fibras al añadirse al concreto se mezclan en todo el volumen de la preparación.

Según Villanueva & Yaranga (2015), nos da a entender que “cuando al concreto se le agrega algún tipo de aditivo, en este caso que es la fibra, el concreto se comporta mas resistente a la carga progresiva que está expuesto, llegando a evitar el agrietamiento en la matriz”.

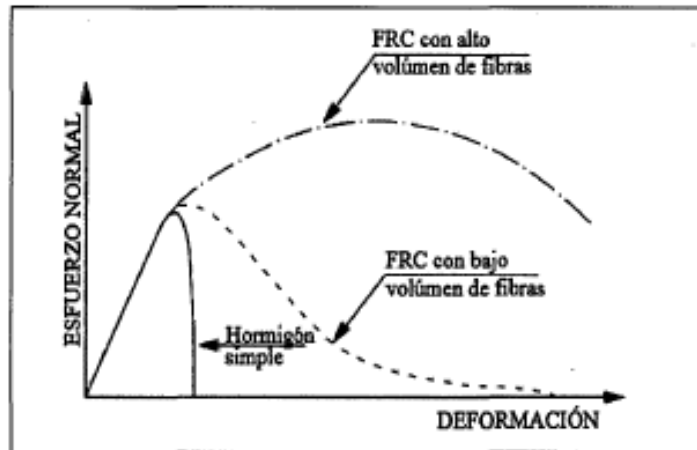


Figura 1. Curvas típicas de Esfuerzo – Deformación para concreto reforzado con fibra. (Revista Mensual del Instituto Mexicano del Cemento y el Hormigón, 2007).

Tipos de fibras para el concreto.

- ✓ Fibras de acero

“Haciendo un diseño de mezcla, se puede incorporar las fibras de acero que tienen la característica de tener corta longitud y pequeña sección que tienen la atribución de unirse al concreto fácilmente”. (Villanueva & Yaranga, 2015)

- ✓ Fibras de vidrio

“La fibra de vidrio es un producto de origen mineral, que se elabora a partir de arena de sílice, es un material compuesto consistente en fibras continuas o discontinuas de vidrio embebidas en una matriz plástica”. (Villanueva & Yaranga, 2015)

- ✓ Fibras de polipropileno

“El polipropileno es un polímero de hidrocarburo sintético cuya fibra está hecha usando procesos de extrusión por medio de estiramiento en caliente del material a través de un troquel 26”. (Villanueva & Yaranga, 2015)

Aditivo Sika Fiber PE

Descripción del producto

Sika Fiber PE es una fibra sintética de polipropileno que reduce el fisuramiento durante la contracción en estado plástico, previo al fraguado. Durante la mezcla del

hormigón o del mortero, Sika Fiber PE se distribuye aleatoriamente formando una red tridimensional muy uniforme.

Usos:

El uso principal de Sika Fiber PE es actuar como refuerzo secundario de hormigón y mortero para reducir los agrietamientos en:

- ✓ Losas de hormigón
- ✓ Mortero y hormigón proyectados
- ✓ Enlucidos de fachadas
- ✓ Elementos prefabricados
- ✓ Revestimientos de canales

Características / Ventajas

La adición de Sika Fiber PE no sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto o mortero, aportando las siguientes ventajas:

- ✓ Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación.
- ✓ Ayuda al mejoramiento de la Resistencia a la compresión.
- ✓ Modifica la trabajabilidad y el asentamiento de la mezcla del concreto.
- ✓ Mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad.
- ✓ Mejora la resistencia a la flexión.

En el mortero endurecido:

- ✓ Aumenta la resistencia mecánica y la adherencia del mortero en pegas y enlucidos, así como la resistencia al rayado de éstos últimos.
- ✓ Disminuyen la permeabilidad del mortero y lo hacen más resistente al ataque del medio ambiente. Regula y uniformiza la calidad de las mezclas (pega y enlucido).

Además, tiene las siguientes características en su presentación:

- ✓ Aspecto: Fibra
- ✓ Color: Crema Claro
- ✓ Presentación: Bolsa de 600g
- ✓ Condiciones de Almacenamiento / Vida Útil: Un año en un lugar seco y bajo techo, en envases bien cerrados.

Datos Técnicos de La Fibra Sika Fiber PE:

- ✓ Densidad real aprox. 1.17 Kg/l

- ✓ Absorción de agua < 2%
- ✓ Módulo De Elasticidad 15,000 Kg/Cm2
- ✓ Alargamiento De Rotura 26%
- ✓ Resistencia A Tracción 468 Kg/Cm2

Modo de empleo

Se agrega, en planta o a pie de obra, directamente a la mezcla de concreto o mortero. Una vez añadido el Sika Fiber PE, basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos. No disolver en el agua de amasado.

Dosificación

El Sika Fiber PE se empleará para todo tipo de concretos:

- ✓ Hasta $f'c = 300$ kg/cm², utilizar 600 g de Sika Fiber PE por m³ de concreto.
- ✓ Para concretos de alta resistencia, mayores a $f'c = 300$ kg/m², utilizar 1 kg de Sika Fiber PE por m³ de concreto.
- ✓ Para mezclas de shotcrete, utilizar de 2 a 8 kg de Sika Fiber PE por m³ de concreto.

1.3. Marco Legal

- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones.
- ✓ Concreto Armado E-060.
- ✓ Resistencia: NTP 339.034:2008(2013). HORMIGON. Método de ensayo para el refuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.
- ✓ Concreto fresco: NTP 339.035:2009. HORMIGON. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.
- ✓ Concreto fresco NTP 339.077:2013. HORMIGON (concreto). Método de ensayo normalizado para la exudación del concreto.
- ✓ ASTM C 494: Aditivos reductores de agua y controladores de fragua.
- ✓ LA NORMA ASTM C39 Ensayo normalizado para medir la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”.
- ✓ Contracción plástica Norma técnica: ASTM C-150 y Norma Técnica Peruana 334.009.

1.4. Marco Conceptual

- Fibras Sintéticas

Cumpliendo con las normativas ASTM C1116M, las fibras sintéticas, tienen una característica muy importante frente a otras fibras, ya que estas son menos pesadas y

ayuda al concreto frente a agentes agresivos como el sulfato o cloruro, no obstante, es débil frente a los rayos ultravioleta.

- **Módulo de Elasticidad**

A medida que incrementamos la carga al concreto, este se va deformando ocasionan una curva, el cual, llamamos que es la relación de esfuerzo – deformación su unidad de este se expresa como módulo de Elasticidad.

El módulo de elasticidad del concreto aumenta al incrementarse la resistencia en compresión y para un mismo concreto, disminuye al aumentar la tensión de trabajo.

- **Diseño de Mezclas**

A medida que uno va conociendo sus componentes del concreto, va eligiendo una de las alternativas que nos ofrecen, diseñar una mezcla es la capacidad de que el resultado sea consecuente con lo que uno, en otras palabras, que el concreto llegue a tener una resistencia a la compresión, trabajabilidad, consistencia, peso unitario, exudación, etc. que se espera desde un principio.

- **Índice de Tenacidad**

Medida de la susceptibilidad de cambio de la consistencia de un suelo debido al cambio en el contenido de humedad, numéricamente está dado por la relación entre a) el índice de plasticidad y b) el índice de flujo.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Situación problemática

Ica es una ciudad que vive una situación problemática constante en edificaciones y obras civiles al encontrarse en una zona sísmica, cuyas ondas producen desplazamientos horizontales haciendo que las estructuras sufran diferentes tipos de esfuerzos como tracción, compresión, flexión, corte, entre otros. Por ello, las estructuras en general quedan debilitadas al punto de quedar parcial o totalmente destruidas, teniendo poco o nada de durabilidad en el tiempo. Es así que hoy en día se utilizan diferentes tipos de aditivos sintéticos que ayudan a mejorar el comportamiento y eficacia del concreto.

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

- ¿En qué medida influye la aplicación del aditivo Sika Fiber en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión de las construcciones en la ciudad de Ica?

2.2.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida influye el aditivo Sika Fiber en el control de fisuramiento para el concreto en estado fresco de las construcciones en la ciudad de Ica?
- ¿En qué medida influye el nivel de exudación del concreto en estado fresco con la adición del aditivo Sika Fiber para la resistencia a la compresión de las construcciones en la ciudad de Ica?
- ¿En qué medida influye el nivel de consistencia del concreto en estado fresco con la adición del aditivo Sika Fiber para la resistencia a la compresión de las construcciones en la ciudad de Ica?

2.3. Delimitación del problema

2.3.1. Delimitación espacial o geográfica

- ✓ Se delimita a realizar los ensayos de los agregados en el laboratorio de Mecánica de Suelos en la Universidad San Luis Gonzaga de Ica.
- ✓ Se delimita a realizar los testigos y el curado de ellos en el laboratorio de Mecánica de Suelos en la Universidad San Luis Gonzaga de Ica.
- ✓ Se delimita realizar las pruebas de compresión en el laboratorio de Mecánica de Suelos en la Universidad Sn Luis Gonzaga de Ica.

2.3.2. Delimitación temporal

La elaboración de muestras y ensayos de los agregados de esta investigación, tienen un plazo máximo de un año, el tiempo necesario para realizar terminar la investigación.

2.3.3. Delimitación social

Las malas prácticas de construcción en la ciudad de Ica, delimitan el uso del aditivo Sika Fiber, interrumpiendo la aplicación de este aditivo que se usa en distintos campos de construcción en nuestra ciudad.

2.3.4. Delimitación conceptual

Es necesario mencionar la dificultad para conseguir información, en estudios locales, información de libros y otros que permitan mayor documentación y base teórica para el presente estudio.

2.4. Justificación e importancia de la investigación

2.4.1. Justificación

En nuestra ciudad se cuenta con diferentes tipos de aditivos entre ellos los sintéticos que benefician al concreto tanto en estado plástico como endurecido a tener una mayor resistencia a la compresión, una mayor resistencia a la fractura, reducción de la fisuración por retracción plástica, disminución de la permeabilidad, mejor comportamiento sísmico, entre otros. Así mismo, es necesario saber las ventajas y desventajas de cada tipo de aditivo en función a la necesidad que se requiera.

Por ello, en el presente trabajo, elegimos al SIKA FIBER PE, que es una fibra sintética de polipropileno, dando a conocer cómo se comporta frente a la fuerza de compresión de los diseños de mezcla de 140, 210 Y 350 kg/cm².

2.4.2. Importancia

La presente investigación pretende mostrar el desempeño del aditivo sintético Sika Fiber para su utilización en las estructuras de concreto en la Región de Ica, realizando dosificaciones diferentes para los diseños de mezclas, el cual a su vez nos permitirá evaluar; la resistencia a la compresión, la consistencia, la trabajabilidad o fluidez del concreto, la exudación, el peso unitario y la retracción plástica.

2.5. Objetivos de la investigación

2.5.1. Objetivo general

- ✓ Analizar la aplicación del aditivo Sika Fiber en el diseño de mezcla para la resistencia a compresión de las construcciones en la ciudad de Ica.

2.5.2. Objetivos específicos

- ✓ Comparar en qué medida controla las fisuras para el concreto en estado fresco con la adición del aditivo Sika Fiber.
- ✓ Determinar el nivel de exudación del concreto en estado fresco con la adición del aditivo Sika Fiber.
- ✓ Evaluar la consistencia del concreto en estado fresco con la adición del aditivo Sika Fiber.

2.6. Hipótesis de la investigación

2.6.1. Hipótesis general

- ✓ La aplicación del aditivo Sika Fiber en el diseño de mezcla mejora en la resistencia a la compresión de las construcciones en la ciudad de Ica.

2.6.2. Hipótesis específicas

- ✓ El aditivo Sika Fiber en el diseño de mezcla reduce el fisuramiento del concreto en estado fresco.
- ✓ El aditivo Sika Fiber influye en la exudación del concreto en estado fresco.
- ✓ El aditivo Sika Fiber influye en la consistencia del concreto en estado fresco.

2.7. Variables de investigación

2.7.1. Identificación de variables

Variable independiente

- ✓ Aplicación del aditivo Sika Fiber en el Diseño de mezcla.

Variable dependiente

- ✓ Resistencia a la compresión de las construcciones en la ciudad de Ica.

2.7.2. Operacionalización de variables

Tabla 4

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Aplicación del aditivo Sika Fiber en el Diseño de mezcla.	Son aquellos tipos de fibras diseñadas específicamente para el concreto, que brindarán mejoras en las propiedades.	Aditivo Sika Fiber PE, se clasifican, tipos de materia, Regulador de características del concreto, Proporcionalidad de materiales de construcción, Tipos, Función, Medición de características, Tipos, Función, Resistencia, Trabajabilidad, Exudación, Durabilidad	Clasificación	<ul style="list-style-type: none"> • Control de fisuramiento en losas de concreto • Nivel de resistencia a la compresión • Nivel de consistencia • nivel de exudación • Nivel de peso unitario 	<ul style="list-style-type: none"> • •Ensayos en estado fresco. • Ensayo de asentamiento • Ensayos en estado endurecido. • Ensayo a la compresión de probetas.
La resistencia a la compresión de las construcciones en la ciudad de Ica.	La resistencia a la compresión es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área.	La Resistencia a la compresión del concreto, se evalúa tomando en cuenta calidad del concreto, Reducción de la cantidad de agua, Trabajabilidad, Controles de Calidad, Abrasión, Deterioro del concreto, Trabajable, Resistencia en estado endurecido Resistencia a la compresión, Cumplimiento de la Norma.	Diseño de Mezcla del concreto	<ul style="list-style-type: none"> • Función, medición de características 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de laboratorio. • Por su desempeño en el concreto en estado fresco y endurecido.

Fuente: elaboración propia.

CAPITULO III

ESTRATEGIA METODOLÓGICA/ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

- Tipo de investigación

Investigación cuantitativa, porque la recolección y análisis de datos obtenidos se hará a partir de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio para mezclas de prueba del concreto en estado plástico y endurecido.

- Nivel de investigación: Explicativo

Este trabajo está dirigido a responder que tanto influye el uso del aditivo Sika Fiber PE en la reducción de fisuras en el concreto y ayudando a mejorar la resistencia a la compresión del concreto, es por eso que el trabajo que se realizó, este ligado a la explicación porque va más allá de la descripción de cualquier fenómeno.

- Diseño de la investigación: No experimental - Transversal

El diseño es no experimental, ya que nos basamos en algo que ya paso, sólo se va a corroborar las manifestaciones que se dan mediante los indicadores, “la variable independiente (causa) es manipulable, mediante la experimentación, para observar si la variable dependiente (efecto) varía o no. Es decir, la variable independiente se manipula y la variable dependiente se controla, o se mide”.

3.2. Población y muestra materia de investigación

- Población de estudio

18 especímenes de concreto cilíndrico patrón y 18 especímenes de concreto cilíndrico con aditivo SIKA FIBER PE.

- Muestra de estudio

Especímenes de concreto con las siguientes características:

Tabla 5
Muestras patrón.

DISEÑO DE MEZCLA PATRON					
RESISTENCIA	ENSAYO	EDAD	#MUESTRAS	PARCIAL	TOTAL
140kg/cm2	Compresión	7	3	6	
		28	3		
210kg/cm2	Compresión	7	3	6	18
		28	3		
350kg/cm2	Compresión	7	3	6	
		28	3		

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6
Muestras con Aditivo Sika Fiber

DISEÑO DE MEZCLA CON ADITIVO					
RESISTENCIA	ENSAYO	EDAD	#MUESTRAS	PARCIAL	TOTAL
140kg/cm2	Compresión	7	3	6	
		28	3		
210kg/cm2	Compresión	7	3	6	18
		28	3		
350kg/cm2	Compresión	7	3	6	
		28	3		

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. Técnicas de recolección de datos

Pruebas y ensayos

Se realizó el ensayo para determinar la resistencia a compresión en muestras cilíndricas de concreto, tal como indica la NTP 339.034:2013

Se realizaron los ensayos necesarios para determinar las características físico mecánicas de los materiales (agregado grueso y fino)

4.2. Instrumentos de recolección de datos

- Documentos y bibliografía: Se revisó y utilizó la bibliografía que sea necesaria acorde al tema de investigación.
- Internet: Herramienta fundamental para la obtención de información actualizada.
- Equipo: Fue necesario el uso del equipo tanto para el ensayo de flexión, compresión y tracción, así como también el equipo para el análisis físico mecánico de los agregados.
- Equipo para análisis físico mecánico: Fue indispensable contar con todos los instrumentos para la obtención de las propiedades físico mecánicas como: Tamices, horno, probetas, pesas, etc.
- Equipo para ensayo a compresión: Fue necesario tanto el equipo de ensayo, aparatos de carga e indicadores de carga. Cada uno calibrado adecuadamente.

4.3. Técnicas de procesamientos de datos, análisis e interpretación de resultados

4.3.1. Ensayos en el laboratorio para el agregado fino

4.3.1.1. Análisis Granulométrico

La granulometría del agregado fino en este caso del Rio Ica, se realiza para comprobar sus efectos en el concreto como en la dosificación, trabajabilidad, economía, porosidad y contracción del concreto.

Para hallar el módulo de fineza se utilizan una serie de tamices que están especificadas en la Norma Técnica 400.012, y la Norma ASTM C 136.

Objetivos:

- ✓ Juego de tamices ASTM
- ✓ Balanza

- ✓ Horno
- ✓ Agitador mecánico
- ✓ Cuchara
- ✓ Brochas

Procedimiento:

- a) Primero se selecciona los tamices con los que se va a trabajar los cuales son 3/8", No. 4, No. 8, No. 16, No 30, No. 50, No. 100, no. 200 y fondos, vamos a tener 1000 gramos del agregado seco, éste se coloca en la maquina agitadora durante 15 minutos aproximadamente.
- b) Después se procede a pesar cada tamiz cuidadosamente ayudado por las herramientas del laboratorio de mecánica de suelos.
- c) En seguida se procede a calcular por varios métodos el módulo de fineza que es lo esencial de este ensayo.

Tabla 7
Análisis Granulométrico del Agregado Fino

PESO TOTAL DE LA MUESTRA = 1000g				
TAMICES	PESO RETENIDO	%RETENIDO	% QUE PASA	% RET. ACUM.
4	48g	4.8	95.20	4.8
8	46.4g	4.64	95.36	9.44
16	76.7g	7.67	92.33	17.11
30	222.3g	22.23	77.77	39.34
50	285.8g	28.58	71.42	67.92
100	83.1g	8.31	91.69	76.23
200	150.0g	15.00	75.00	91.23
FONDO	87.7g	8.77	91.23	100

Mf = 2.15

Fuente: Elaboración Propia

Curva granulometrica del agregado fino

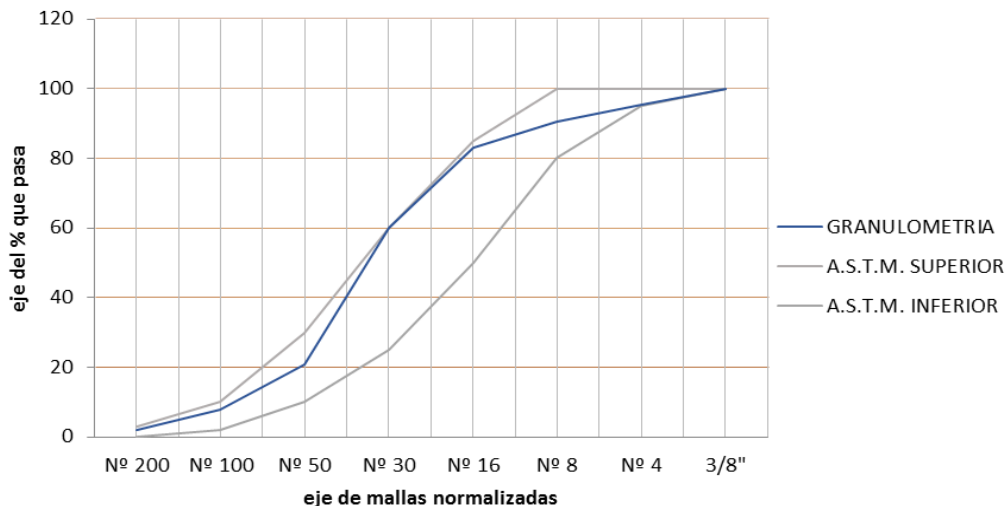


Imagen 1 Curva Granulométrica del agregado fino.

4.3.1.2. Contenido de Humedad

En este ensayo calculamos en porcentaje, la división del peso del agua con el peso del agregado. Se obtuvo mediante la Norma NTP 400.185 y ASTM C- 566.

$$\%w = \frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

Objetivo:

Es concluir cuanto de agua contiene nuestra muestra, dando como resultado el peso de éste en relación a las partículas.

Equipo para ensayo:

- ✓ Horno de secado
- ✓ Balanza
- ✓ Recipientes
- ✓ Utensilios para manipulación de recipientes

Procedimiento:

- a) Pesar una muestra de 500 gr con una balanza de precisión del 0,1 %.
- b) Llevar el recipiente con la muestra a una estufa, para secarla durante 24 horas a una temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Tabla 8

Contenido de humedad del agregado fino.

CONTENIDO DE HUMEDAD FINO			
Nº Tara	2	8'	P1
1. Peso Tara	88.9g	89.5g	91.5g
2. Peso T + Ag. Húmedo	288.9g	289.5g	291.5g
3. Peso T + Ag. Seco	286.2g	286.8g	288.7g
4. Peso del agua contenida (2-3)	2.7g	2.7g	2.8g
5. Peso de agregado seco (3-1)	197.3g	197.3g	197.2 g
Contenido de humedad del agregados (%) $(4/5) \times 100$	1.37%	1.37%	1.42%
%Humedad promedio		1.39%	

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3. *Peso unitario suelto y compactado*

Objetivo:

Se realiza conforme las normas NTP 400.017 y ASTM C29, las cuales describen la determinación del peso unitario del agregado en condición suelto o compactado.

Este método de ensayo es a menudo usado para determinar los valores de densidad de masa que son necesarios para usos en muchos métodos de selección de proporciones para mezclas de concreto.

Equipos para ensayo:

- ✓ Varilla compactadora
- ✓ Recipiente de medida con capacidad del tamaño máximo del agregado.
- ✓ Balanza con sensibilidad de 0.1% de la masa del material.
- ✓ Recipiente de medida de 10 dm³ aproximadamente.
- ✓ Agregados que se van a utilizar.

Procedimiento:

El peso unitario suelto y compactado se usa el mismo recipiente metálico, variando únicamente forma de llenado del mismo.

En el primer caso suelto, el recipiente se llena hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 2 pulgadas por encima de la parte superior del recipiente luego se enrasa y se determina el peso,

En el segundo caso se llena el recipiente en tres capas chuseando cada capa con 25 golpes con una barra de 5/8 “de diámetro, se enrasa y se pesa.

Tabla 9
Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.

Peso del recipiente = 4.40 Kg		
Volumen = 0.0096 m3		
Agregado Fino		
SUELTO	Peso Ag. + Recip.	Peso unitario
	P1 = 20.30 Kg	1656.25 kg/m ³
	P2 = 20.30 Kg	1656.25 kg/m ³
	P3 = 20.30 Kg	1656.25 kg/m ³
	Promedio	1656.00 kg/m³

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10
Peso unitario compactado del agregado fino.

Peso del recipiente = 4.40 Kg		
Volumen = 0.0096 m3		
Agregado Fino		
COMPACTADO	Peso Ag. + recip.	Peso unitario
	P1= 21.75 Kg	1807.29 kg/m ³
	P2= 21.80 Kg	1812.50 kg/m ³
	P3= 21.80 Kg	1812.50 kg/m ³
	Promedio	1811.00 kg/m³

Fuente: elaboración propia.

4.3.1.4. *Peso Específico*

Se realiza conforme las normas NTP 400.021 y ASTM C128, las cuales describen el método de ensayo normalizado para peso específico.

$$P. E = \frac{\text{peso seco}}{(p. \text{ picnometro} + \text{agua}) + (p. \text{ seco}) - (p. \text{ picnometro} + \text{agua} + a. \text{ seco})}$$

Objetivo:

El peso específico de una sustancia se define como su peso por unidad de volumen. Se calcula dividiendo el peso de la sustancia entre el volumen que esta ocupa. En el Sistema Técnico, se mide en kilopondios por metro cubico (Kp/m³). En el Sistema Internacional de Unidades, en newton por metro cubico (N/m³).

Materiales y equipos:

- ✓ Balanza con aproximación de 0.1gr.
- ✓ Picnómetro.
- ✓ Cocina muy pequeña.

Procedimiento:

- a) En primer lugar, pesamos los 2 picnómetros que vamos a utilizar para los ensayos.
- b) Luego seleccionamos el agregado y lo pesamos aproximadamente el agregado debe de pesar 100g del agregado saturado superficialmente seco y eso lo vaciamos a los picnómetros.
- c) Pasamos a llenarlo con agua aproximadamente el 90% de su capacidad.
- d) Después hacerlo hervir con una cocina eléctrica. De esta forma el agregado fino tiene que hervir durante cinco minutos después de haber iniciado hervir.
- e) Luego de haberlo hecho enfriar el picnómetro con el agregado. Se le saca un poco de agua junto a una línea que esta marcada para su pesado, este es pesado junto con el picnómetro.

Tabla 11
Peso específico del Agregado Fino.

N° Picnómetro	3	4
1. Peso del picnómetro.	154.7	158.1
2. Peso Ag. Fino seco	100	100
3. Peso = P + agua	654.3	650.8
4. Peso = P + agua + Ag. Fino	717.5	719.3
5. Volumen (3+2-4)	36.8	31.5
Peso Específico (2/5)	2.72	3.17
Peso Específico	2.95	

Fuente: elaboración propia.

4.3.1.5. *Porcentaje de absorción*

Según la Norma ASTM C126 -59 es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos internos en las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de la muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en el agua y de secado superficial.

$$\% \text{ ABSORCION} = \frac{P_{sss} - P_{seco}}{P_{seco}} \times 100$$

Materiales y equipos:

- ✓ Balanza con aproximación de 0,1 gr.
- ✓ Molde cónico.
- ✓ Pisón.
- ✓ Horno.
- ✓ Cucharones.

Procedimiento:

De acuerdo al procedimiento normalizado, el agregado se sumerge al agua durante 24 horas, después se extiende la muestra a una corriente suave de aire.

Se coloca en un molde cónico y se consolida 25 golpes de pisón, al final se alisa la superficie de la muestra y se levanta verticalmente. Si existe humedad libre, el cono se conserva su forma. En este caso se repite el ensayo, hasta que el cono formado por la muestra se derrumbe parcialmente al separar del molde.

Esto indica que se ha alcanzado la condición de material saturado con superficie seca.

Tabla 12
Porcentaje de Absorción del Agregado Fino

Nº Tara	P-03	A-4
1. Peso tara.	88.8g	93.9g
2. Peso T. + Ag. Fino (SSS).	503.8g	507.4g
3. Peso seco + Tara	498.8g	502.6g
4. Peso seco (2 - 1)	415g	413.5g
5. Peso agua (2 - 3)	5g	4.8g
% Absorción (5/4) x 100%	1.20%	1.16%

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Ensayos en el laboratorio para el agregado grueso

4.3.2.1. Análisis Granulométrico

La granulometría del agregado grueso que promueve de la Cantera Palomino, se realiza para comprobar sus efectos en el concreto como en la dosificación, trabajabilidad, economía, porosidad y contracción del concreto.

Para hallar el Tamaño Máximo y Tamaño Máximo Nominal se utilizan una serie de tamices que están especificadas en la Norma NTP 400.012, y la Norma ASTM C 136.

MF

$$= \frac{\% \text{ ret acum. } (1 \frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + 3/8'' + \text{N}^{\circ}4 + \text{N}^{\circ}8 + \text{N}^{\circ}16 + \text{N}^{\circ}30 + \text{N}^{\circ}50 + \text{N}^{\circ}100)}{100}$$

Objetivos:

Determinar el porcentaje de paso de los diferentes tamaños del agregado y con estos datos construir su curva granulométrica.

Calcular si el agregado fino se encuentra dentro de los límites para hacer un buen diseño de mezcla.

Material y equipos:

- ✓ Balanza.
- ✓ Serie de tamices: Son una serie de tazas esmaltadas a través de las cuales se hace pasar una muestra de agregado que sea fino o grueso, su orden es de mayor a menor.

Procedimiento:

- a) Secar la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- b) Seleccionar los tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado.
- c) Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior.
- d) Luego, agregar la muestra de tal manera que se previno la sobrecarga del material sobre los tamices.

- e) Después, Continuar el tamizado por un período suficiente, de tal manera que al final no más del 1 % de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual.
- f) Pesarse cada uno de los tamices con las muestras de agregado retenido.

Tabla 13
Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

PESO TOTAL DE LA MUESTRA = 7500g				
MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	%RETENIDO	%QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
2"	--	--	--	--
1 ½"	--	--	--	--
1"	--	--	--	--
¾"	5215 g	69.53	30.47	69.53
½"	2229.8 g	29.73	70.27	99.26
3/8"	47 g	0.63	99.37	99.89
4	8.2	0.11	99.89	100
FONDO	--	--	--	--

TM=¾"

Fuente: Elaboración propia.

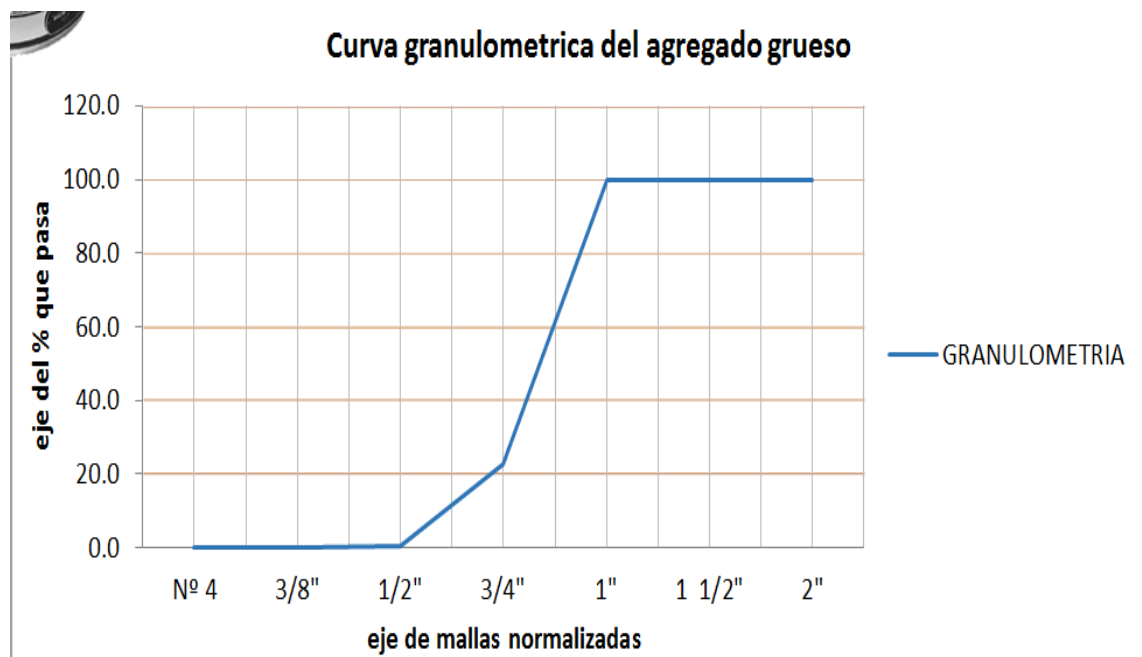


Imagen 2 Curva granulométrica del Agregado Grueso

4.3.2.2. Contenido de Humedad

De acuerdo a la Norma ASTM C - 566 “la humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas”.

$$\%w = \frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

Objetivo:

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe de tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas.

Equipo para ensayo:

- ✓ Horno de secado
- ✓ Balanza
- ✓ Recipientes
- ✓ Utensilios para manipulación de recipientes

Procedimiento:

- a) Como primer paso, se hace un cuarteo de la muestra que se trajo no obstante secado en el horno un día antes, seguido a esto procedemos a a agitar manualmente por un aproximado de 30 minutos, en los tamices 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, No. 4, y fondos dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.
- b) En seguida se pesa el material retenido en cada tamiz.

Tabla 14

Contenido de Humedad del Agregado Grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO			
Nº Tara	P-03	8'	P1
1. Peso Tara	88.8g	89.5g	91.5g
2. Peso T + Ag. Húmedo	288.8g	289.5	291.5g
3. Peso T + Ag. Seco	287.5g	286.8	288.7g
4. Peso del agua contenida (2-3)	1.3g	2.7g	2.8g
5. Peso de agregado seco (3-1)	198.7g	197.3g	197.2 g

Cont. humedad (%) (4/5) x 100	0.65%	1.37%	1.42%
%Humedad promedio	0.61%		

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.3. *Peso unitario suelto y compactado*

Equipos para ensayo:

- ✓ Varilla compactadora
- ✓ Recipiente de medida con capacidad del tamaño máximo del agregado.
- ✓ Balanza con sensibilidad de 0.1% de la masa del material.
- ✓ Recipiente de medida de 0.0145m³ aproximadamente.

Procedimiento:

Según la Norma ASTM C 29-60, para la obtención del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso es similar al descrito en el agregado fino con la única diferencia de usar un recipiente cuya capacidad es de volumen = 0.0145 m³.

Tabla 15

Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso

Peso del recipiente = 5,31 Kg		
Volumen = 0.0145 m³		
Agregado Grueso		
SUELTO	Peso Ag. + Recip.	Peso unitario
	P1 =25.15 Kg	1368.28 kg/m ³
	P2=25.14Kg	1367.59 kg/m ³
	P3=25.16 Kg	1368.97 kg/m ³
	Promedio	1368.00 kg/m³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso

Peso del recipiente = 5,31 Kg		
Volumen = 0.0145 m³		
Agregado Grueso		
COMPACTADO	Peso Ag. + recip.	Peso unitario

P1 =27.82 Kg	1552.41 kg/m ³
P2= 27.85 Kg	1554.48 kg/m ³
P3=27.90 Kg	1557.93 kg/m ³
Promedio	1555.00 kg/m³

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.4. *Peso Específico*

Según la Norma NTP 400.022 y ASTM C-128.

$$P.E = \frac{\text{peso seco al horno}}{(\text{peso al aire}) - (\text{peso en agua})}$$

Materiales y equipos:

- ✓ Balanza con aproximación de 0.1gr.
- ✓ Canastilla con alambre
- ✓ Horno

Procedimiento:

- a. Empezamos lavando la muestra para eliminar el polvo y otras impurezas superficiales, secamos sobre un paño hasta que se observe limpio la muestra.
- b. Después retiramos las piedras mas grandes, y proseguimos con el secado de la superficie, haciendo una saturación de superficie seca (SSS).
- c. Para finalizar colocamos la SSS, sobre una canastilla, para que determine su peso en agua a una temperatura especificada. Antes de pesar, tomo precauciones para eliminar todo el aire atrapado, agitando el recipiente mientras está sumergido, luego llevar la muestra o agregado al horno por 24 horas, posteriormente pesar el agregado, pero antes dejar secar a temperatura ambiente por 1 a 2 horas.

Tabla 17
Peso Específico del Agregado Grueso

Nº TARA	PJ	½	P-2
1. Peso al aire.	696.8g	643.6g	646.3g
2. Peso sumergido al agua.	443.2g	406.5g	411.1g

3. Peso seco del horno	692.2g	638.8g	642.1g
4. Volumen (1 - 2)	253.60g	237.10g	235.20g
5. Peso Específico (3/4)	2.73	2.69	2.73
Peso Específico		2.71	

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.5. *Porcentaje de absorción*

Según la Norma ASTM C127 -59 es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos internos en las partículas.

$$\% \text{ ABSORCION} = \frac{P_{\text{aire}} - P_{\text{seco}}}{P_{\text{seco}}} \times 100$$

Materiales y equipos:

- ✓ Balanza.
- ✓ Cucharones y bandejas
- ✓ Envase (baldes)
- ✓ Tara

Tabla 18

Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso

N.º Tara	E1-B	K15
1. Peso al aire.	452.2g	463.5g
2. Peso sumergido al agua	285.1g	293.5g
3. Peso seco del horno	448.6g	458.9g
4. Peso del agua	3.6g	4.6g
% Absorción	0.802	1.002
% Absorción (promedio)		0.902

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.6. *Abrasión o desgaste del agregado grueso.*

Se realiza conforme las normas NTP 400.019 y ASTM C131, las cuales describen el método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.

$$De (\%) = \frac{W_o - W_f}{W_o} \times 100$$

En donde:

De (%) = Porcentaje de desgaste.

Wo = peso original de muestra, en gramos.

Wf = peso final de la muestra, en gramos.

Equipo de ensayo:

- ✓ Máquina de Los Ángeles
- ✓ Tamices conforme con la NTP 350.001
- ✓ Balanza con exactitud al 0,1%
- ✓ Estufa
- ✓ Carga, esferas de acero. La carga de abrasión será tal:

Tabla 19
Carga Abrasiva

GRADACIÓN	NÚMERO DE ESFERAS	PESO DE LA CARGA
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: NTP 400.019

Procedimiento:

- a. Colocar la muestra y la carga en la Máquina de Los Ángeles y se gira a una velocidad entre 30 a 33 rpm, por 500 revoluciones.
- b. Descargar el material y se hace una separación preliminar de la muestra en un tamiz cuya abertura sea mayor que el tamiz N°12.
- c. Tamizar la porción fina por el tamiz N°12
- d. Lavar el material más grueso por el tamiz N° 12
- e. Secar a temperatura de 110 °C ± 5 °C.

Tabla 20
Resultados del Ensayo de los Ángeles.

DESCRIPCIÓN	UND	ENSAYO		
		N°01	N°02	N°03
Peso inicial de la muestra	G	5000	5000	5000
Peso retenido en la malla N° 12 lavado y secado	G	4238	4253	4241
Pérdida o desgaste del material	%	15.24	14.94	15.18

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Diseño de Mezcla

4.3.3.1. Método del módulo de fineza de la combinación de agregados

El proporciona miento de mezclas de concreto, más común llamado diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí:

- ✓ Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados, agua y aditivos).
- ✓ Determinación de sus cantidades relativas “proporcionamiento” para producir un, tan económico como sea posible, un concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.

Información requerida para el diseño de mezclas

- ✓ Análisis granulométrico de los agregados.
- ✓ Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso).
- ✓ Peso específico de los agregados (fino y grueso).
- ✓ Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- ✓ Perfil y textura de los agregados.
- ✓ Tipo, marca y peso específico del cemento.
- ✓ Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

Procedimiento:

a) Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})

Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la Tabla N° 21 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

Tabla 21

Resistencia a la compresión promedio.

$f'c$	f'_{cr}
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: Enrique Rivva López, “Diseño de Mezclas”. Pag.46

b) Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado (T.M.N)

Las Normas de Diseño Estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura.

La Norma Técnica de Edificación E. 060 prescribe que el agregado grueso no deberá ser mayor de:

- ✓ 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados; o
- ✓ 1/3 del peralte de la losa; o
- ✓ 3/4 del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de presfuerzo.

c) Selección del Asentamiento o Slump

Tabla 22

Selección del Asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poco trabajable
Plástica	3" a 4"	Trabajable
Fluida	>5"	Muy trabajable

Fuente: Enrique Rivva López, "Diseño de Mezclas". Pag.55

d) Contenido de Aire Atrapado

Tabla 23

Contenido de Aire Atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Enrique Rivva López, "Diseño de Mezclas". Pag.62

e) Volumen Unitario de Agua

De la tabla N° 24, preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI, “nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado”.

Tabla 24
Volumen unitario de agua ACI 211

ASENT.	Agua en lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados						
	(3/8 ")	(1/2")	(3/4")	(1 ")	(1 1/2")	(1 3/8 ")	(3") (6 ")
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO							
(1" a 2")	207	199	190	179	166	154	145 113
(3" a 4")	228	216	205	193	181	169	145 124
(6" 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
(6" a 7")	216	205	197	184	174	166	154 ...

Fuente: Enrique Rivva López, “Diseño de Mezclas”. Pag.58

f) Selección de Relación A/C

✓ **Por Resistencia**

Los valores son resistencias promedias estimadas para concreto que no contiene más del porcentaje de aire que se indica en la Tabla N° 25.

Tabla 25
Relación de Agua y Cemento por Resistencia

f'cr (28 días)	RELACIÓN AGUA CEMENTO POR PESO	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

Fuente: Enrique Rivva López, “Diseño de Mezclas”. Pag.66

g. Determinación de Factor Cemento.

Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación a/c.

$$\text{Contenido de cemento } \left(\frac{kg}{m^3}\right) = \frac{\text{contenido de agua de mezclado (lts/m}^3\text{)}}{\text{relacion } \frac{a}{c} \text{ (para } f'_{cr}\text{)}}$$

h. Cálculo del Volumen Absoluto del Agregado

El volumen absoluto del agregado es igual a la unidad menos el volumen absoluto de la pasta.

$$\text{Vol. absoluto del agregado} = 1 - (\text{vol. cemento} + \text{vol. Aire} + \text{vol. Agua})$$

i. Cálculo del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados

La tabla N°26 está confeccionada por Staton Walker en la Universidad de Maryland.

Tabla 26

Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas/metro cubico indicados.			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: Enrique Rivva López, “Diseño de Mezclas”. Pág. 85.

La Tabla N° 26 nos permitirá obtener (m), el cual se calcula con el Tamaño Máximo Nominal del agregado y el contenido de cemento en sacos por metro

cubico en tabla. Se encuentra un valor del módulo de fineza de la combinación de agregados (m).

$$m = r_f * m_f + r_g * m_g$$

En el cual:

m : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

m_f : Módulo de fineza del agregado fino

m_g : Módulo de fineza del agregado grueso

r_f : Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

r_g : Porcentaje de agregado grueso en relación al volumen absoluto total de agregado

j. Cálculo del valor de r_f

Conociendo el valor del módulo de fineza de la combinación de agregados se puede determinar el porcentaje de agregado fino en relación del volumen absoluto total de agregado. Para ellos aplicamos la ecuación siguiente.

$$r_f = \frac{m_g - m}{m_g - m_f}$$

k. Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado

$$\text{Agregado fino} = (\text{vol. absoluto del agregado}) \times (r_f / 100)$$

$$\text{Agregado grueso} = (\text{vol. Absoluto del agregado}) \times (r_g / 100)$$

l. Cálculo de pesos secos de los agregados

$$\text{Peso seco} = (\text{Vol. Absoluto}) \times (\text{p.e}) \times (1000)$$

m. Corrección por humedad del agregado

El contenido de agua añadida para formar la pasta, será afectado por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad. Pesos de agregados húmedos:

$$\text{Peso A. grueso humedo(kg)} = (\text{peso A. grueso seco}). \left(1 + \frac{\%W_g}{100}\right)$$

$$\text{Peso A. fino humedo(kg)} = (\text{peso A. fino seco}). \left(1 + \frac{\%W_f}{100}\right)$$

n. Aporte de humedad

Primero se determinará la humedad superficial de los agregados fino y grueso con la siguiente formula.

$$(\text{Humedad superficial} = \%W - \% \text{Abs.})$$

Aporte de Humedad será la suma de multiplicar el peso seco de cada agregado por la humedad superficial.

$$\text{Peso. Seco del agregado X (humedad superficial /100)}$$

Cálculo de agua efectiva será igual al agua de diseño menos el aporte de humedad de los agregados.

$$\text{Agua efectiva} = (\text{Agua de diseño}) - (\text{Aporte de Humedad})$$

o. Proporción en peso

$$\frac{\text{peso cemento}}{\text{peso cemento}} : \frac{\text{peso A. fino humedo}}{\text{peso cemento}} : \frac{\text{peso A. grueso huemdo}}{\text{peso cemento}} : \frac{\text{agua efectiva}}{\text{peso cemento}}$$

p. Pesos por tanda de una bolsa

Cemento 1 * 42.5 Kg/Bol

Agua Efectiva. Lt/Bol

Agregado Fino Humedo * 42.5kg/Bol

Agregado Grueso Humedo * 42.5kg/Bol

4.3.3.2. Datos utilizados para el diseño de mezcla

Cemento:

- ✓ Inka Ultra Resistente: Tipo I
- ✓ Peso específico: 3.03 g/cm³
- Agregado fino:** Rio Ica (San Juan Bautista)
- ✓ Peso específico: 2,95 g/cm³
- ✓ absorción (%): 1.18 %
- ✓ contenido humedad (%): 1.39 %
- ✓ peso unitario suelto seco: 1656.00 kg/m³
- ✓ peso unitario compactado seco: 1811.00 kg/m³
- ✓ módulo de fineza: 2.15

Agregado grueso: Cantera Palomino

- ✓ Peso específico: 2,71 g/cm³
- ✓ absorción (%): 0.902 %
- ✓ contenido humedad (%): 0.61 %

- ✓ peso unitario suelto seco: 1368.00 kg/m³
- ✓ peso unitario compactado seco: 1555.00 kg/m³
- ✓ T.M.N (NTP): ¾”
- ✓ módulo de fineza: 6.69

Diseño de Mezcla para Concreto de Control f’c=140kg/cm2

a) Estimación del asentamiento o slump:

Según la tabla N° 21 elegimos un asentamiento plástico de 3”- 4”.

b) Estimación del % de aire atrapado:

Encontramos en la tabla N° 22 para los mismos datos de T.M de ¾” y se obtiene:
El aire atrapado 2.00%.

c) Estimación del agua:

Según la tabla N° 23, buscamos en la columna el agregado grueso de ¾” y en la fila la consistencia de 3”-4” en concreto sin aire incorporado.
Obtenemos 205lit/m3.

d) Estimación de relación agua/cemento (a/c):

El diseño es para una resistencia de f’c=140kg/cm2, entonces debemos darle un factor de seguridad es decir incrementar el valor buscado según sea el caso. Como no tenemos valores de desviación estándar. El cual nos indica que menos de 210 será:
f’cr=f’c + 70 luego:

f’cr=140+70=210kg/cm2 calculamos la relación a/c utilizando la tabla N° 21 se tiene que realizar una interpolación:

250.....	0.62
210.....	X
200.....	0.70
X=0.684	

e) Cálculo de la cantidad de cemento:

Teniendo los datos de la cantidad de agua y la relación a/c=0.68 obtenemos:

$$205/0.684 = 299.708 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto.

$$\text{Factor cemento} = 299.708 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Factor cemento} = 7.052 \text{ bolsas/m}^3$$

f) Volumen absoluto de pasta:

$$\text{Cemento} = 299.708 / (3.03 \times 1000) = 0.099 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 205 / (1 \times 1000) = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 2 / 100 = 0.02 \text{ m}^3$$

Entonces sería $1 - (0.099 + 0.205 + 0.02)$

$$\text{Volumen absoluto global} = 0.676 \text{ m}^3$$

g) Módulo de fineza de la combinación de agregados:

Mediante la tabla Tabla N° 25 interpolamos:

$$7 \dots\dots\dots 5.04$$

$$6.69 \dots\dots\dots \text{m}$$

$$6 \dots\dots\dots 4.96$$

$$\text{m} = 5.015$$

h) Hallando el grado de incidencia del agregado fino (rf):

Como ya conocemos el: $\text{mf} = 2.15$ y $\text{mg} = 6.69$

Entonces por fórmula:

$$\text{rf} = \frac{6.69 - 5.015}{6.69 - 2.15}$$

$$\text{rf} = 0.369$$

i) Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado:

$$\text{-volumen absoluto del agregado fino} \dots 0.369 * 0.676 = 0.249 \text{ m}^3$$

$$\text{-volumen absoluto del agregado grueso} \dots 0.631 * 0.676 = 0.427 \text{ m}^3$$

j) Pesos secos de los agregados:

$$\text{agregado fino} \dots\dots\dots 0.249 * 2.95 * 1000 = 735.752 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agregado grueso} \dots\dots\dots 0.427 * 2.71 * 1000 = 1156.30 \text{ kg/m}^3$$

k) Valores de diseño de mezcla:

Por lo tanto, los nuevos valores de agregados serán:

$$\text{Cemento} \dots\dots\dots 299.708 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de diseño} \dots\dots\dots 205 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado fino seco} \dots\dots\dots 735.752 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso seco} \dots\dots\dots 1156.30 \text{ kg/m}^3$$

l) Corrección por humedad del agregado:

$$\text{Agregado fino} \dots\dots\dots 735.752 * 1.014 = 745.979 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} \dots\dots\dots 1156.30 * 1.006 = 1163.354 \text{ kg/m}^3$$

A continuación, se determina la humedad superficial de agregado:

$$\text{agregado fino} \dots\dots\dots 1.39 - 1.18 = +0.21 \%$$

agregado grueso 0.61 – 0.902 = –0.292 %

el porcentaje se multiplica con los valores de diseño de los agregados:

Agregado fino 735.752 * (+0.0021) = +1.545 lt/m3

Agregado grueso 1156.300 * (–0.003) = –3.376 lt/m3

Total – 1.831 lt/m3

Continuamos con el agua efectiva

Agua efectiva 205 + 1.831 = 206.831 lt/m3

Los pesos de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto ya corregido por humedad del agregado, serán:

Cemento 299.708 kg/m3

Agua efectiva 206.831 lt/m3

Agregado fino seco 745.979 kg/m3

Agregado grueso seco 1163.354 kg/m3

m) Proporción en peso:

Proporción en peso	C	AF	AG	AGUA
	$\frac{299.708}{299.708}$	$\frac{735.752}{299.708}$	$\frac{1156.30}{299.708}$	$\frac{205}{7.052}$
Dosificación en peso seco	1	2.45	3.86	29.07l/bol
	$\frac{299.708}{299.708}$	$\frac{745.979}{299.708}$	$\frac{1163.354}{299.708}$	$\frac{206.831}{7.052}$
Dosificación en peso húmedo	1	2.49	3.88	29.33l/bol

Relación agua/ cemento de diseño: 0.68

Relación agua/ cemento efectiva: 0.69

Proporción en volumen:

Proporción en volumen	C	AF	AG	AGUA
	$\frac{7.052}{7.052}$	$\frac{15.69}{7.052}$	$\frac{29.83}{7.052}$	$\frac{206.831}{7.052}$
Dosificación en peso seco	1	2.22	4.23	29.33l/bol

n) Pesos por tanda de una bolsa:

Cemento1 * 42.5 = 42.5 kg/bol
 Agua efectiva..... = 29.33 lt/bol
 Agregado fino humedo 2.49 * 42.5 = 105.78 kg/bol
 Agregado grueso humedo ... 3.88 * 42.5 = 164.97 kg/bol

Diseño de Mezcla para Concreto de Control $f'c=210\text{kg/cm}^2$

a) Estimación del asentamiento o slump:

Según la tabla N° 21 elegimos un asentamiento plástico de 3"- 4".

b) Estimación del % de aire atrapado:

Encontramos en la tabla N° 22 para los mismos datos de T.M de 3/4" y se obtiene:

El aire atrapado 2.00%.

c) Estimación del agua:

Según la tabla N° 23, buscamos en la columna el agregado grueso de 3/4" y en la fila la consistencia de 3"-4" en concreto sin aire incorporado.

Obtenemos 205lit/m3.

d) Estimación de relación agua/cemento (a/c):

El diseño es para una resistencia de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, entonces debemos darle un factor de seguridad es decir incrementar el valor buscado según sea el caso. Como no tenemos valores de desviación estándar. El cual nos indica que menos de 210 y 350 será: $f'cr=f'c + 84$ luego:

$f'cr=210+84=294\text{kg/cm}^2$ calculamos la relación a/c utilizando la tabla N° 20 se tiene que realizar una interpolación:

250.....	0.62
294.....	X
300.....	0.55
X=0.558	

e) Cálculo de la cantidad de cemento:

Teniendo los datos de la cantidad de agua y la relación a/c=0.558 obtenemos:

$$205/0.558=367.120 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto.

$$\text{Cantidad de cemento}=367.120 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Y el N° de bolsas: } 8.638 \text{ bolsas/m}^3$$

f) Volumen absoluto del agregado:

$$\text{Cemento} = 367.120 / 3.03 \times 1000 = 0.121$$

$$\text{Agua} = 205/1x/1000 = 0.205$$

$$\text{Aire} = 2/100 = 0.02$$

$$\text{Entonces seria } 1-(0.121+0.205+0.02) = 0.654$$

g) Módulo de fineza de la combinación de agregados:

Mediante la tabla Tabla N° 25 interpolamos:

$$\begin{array}{r} 7 \dots\dots\dots 5.04 \\ 6.69 \dots\dots\dots m \\ 6 \dots\dots\dots 4.96 \\ m=5.015 \end{array}$$

h) Hallando rf:

Como ya conocemos el: $m_f=2.15$ y $m_g=6.69$

Entonces por formula:

$$rf = \frac{6.69 - 5.015}{6.69 - 2.15}$$

$$rf = 0.369$$

i) Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado:

-volumen absoluto del agregado fino... $0.369 * 0.654 = 0.241 \text{ m}^3$

-volumen absoluto del agregado grueso... $0.631 * 0.654 = 0.413 \text{ m}^3$

j) Pesos secos de los agregados:

agregado fino ... $0.241 * 2.95 * 1000 = 711.54 \text{ kg/m}^3$

agregado grueso ... $0.413 * 2.71 * 1000 = 1118.249 \text{ kg/m}^3$

k) Valores de diseño:

Por lo tanto, los nuevos valores de agregados serán:

Cemento ... 367.12 kg/m^3

Agua de diseño ... 205 lt/m^3

Agregado fino seco ... 711.540 kg/m^3

Agregado grueso seco ... 1118.249 kg/m^3

l) Corrección por humedad del agregado:

Agregado fino ... $711.54 * 1.014 = 721.431 \text{ kg/m}^3$

Agregado grueso ... $1118.249 * 1.006 = 1125.071 \text{ kg/m}^3$

A continuación, se determina la humedad superficial de agregado:

agregado fino ... $1.39 - 1.18 = +0.21 \%$

agregado grueso ... $0.61 - 0.902 = -0.292 \%$

el porcentaje se multiplica con los valores de diseño de los agregados:

$$\text{Agregado fino} \dots \dots \dots 711.54 * (+0.0021) = +1.494 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} \dots \dots \dots 1118.249 * (-0.003) = -3.265 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Total} \dots \dots \dots - 1.771 \text{ lt/m}^3$$

Continuamos con el agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} \dots \dots \dots 205 + 1.771 = 206.771 \text{ lt/m}^3$$

Los pesos de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto ya corregido por humedad del agregado, serán:

$$\text{Cemento} \dots \dots \dots 367.12 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} \dots \dots \dots 206.771 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado fino seco} \dots \dots \dots 721.431 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso seco} \dots \dots \dots 1125.071 \text{ kg/m}^3$$

m) Proporción en peso:

Proporción en peso	C	AF	AG	AGUA
	$\frac{367.12}{367.12}$	$\frac{711.54}{367.12}$	$\frac{1118.249}{367.12}$	$\frac{205}{8.638}$
Dosificación en peso seco	1	1.94	3.05	23.73 l/bol
	$\frac{367.12}{367.12}$	$\frac{721.431}{367.12}$	$\frac{1125.071}{367.12}$	$\frac{206.771}{8.638}$
Dosificación en peso húmedo	1	1.97	3.06	23.94 l/bol

Relación agua/ cemento de diseño: 0.558

Relación agua/ cemento efectiva: 0.563

Proporción en volumen:

Proporción en volumen	C	AF	AG	AGUA
	$\frac{8.638}{8.638}$	$\frac{15.17}{8.638}$	$\frac{28.85}{8.638}$	$\frac{206.771}{8.638}$
Dosificación en peso seco	1	1.76	3.34	23.94 l/bol

n) Pesos por tanda de una bolsa:

$$\text{Cemento} \dots \dots \dots 1 * 42.5 = 42.5 \text{ kg/bol}$$

Agua efectiva. = 23.94 lt/bol

Agregado fino humedo ... 1.97 * 42.5 = 83.52 kg/bol

Agregado grueso humedo ... 3.06 * 42.5 = 130.24 kg/bol

Diseño de Mezcla para Concreto de Control $f'c=350\text{kg/cm}^2$

a) Estimación del asentamiento o slump:

Según la tabla N° 21 elegimos un asentamiento plástico de 3"- 4".

b) Estimación del % de aire atrapado:

Encontramos en la tabla N° 22 para los mismos datos de T.M de 3/4" y se obtiene:

El aire atrapado 2.00%.

c) Estimación del agua:

Según la tabla N° 23, buscamos en la columna el agregado grueso de 3/4" y en la fila la consistencia de 3"-4" en concreto sin aire incorporado.

Obtenemos 205lit/m3.

d) Estimación de relación agua/cemento (a/c):

El diseño es para una resistencia de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$, entonces debemos darle un factor de seguridad es decir incrementar el valor buscado según sea el caso. Como no tenemos valores de desviación estándar. El cual nos indica que menos de 210 y 350 será: $f'cr=f'c + 84$ luego:

$f'cr=350+84=434\text{kg/cm}^2$ calculamos la relación a/c utilizando la tabla N° 20 se tiene que realizar una interpolación:

450.....	0.38
434.....	X
400.....	0.43
X=0.396	

e) Cálculo de la cantidad de cemento:

Teniendo los datos de la cantidad de agua y la relación a/c=0.396 obtenemos:

$$205/0.396= 517.677 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto:

$$\text{Cantidad de cemento}= 517.677 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Y el N}^\circ \text{ de bolsas: } 12.181 \text{ bolsas/m}^3$$

f) Volumen absoluto del agregado:

$$\text{Cemento} = 517.677 / 3.03 \times 1000 = 0.171$$

$$\text{Agua} = 205/1 \times 1000 = 0.205$$

$$\text{Aire} = \frac{2}{100} = 0.02$$

$$\text{Entonces seria } 1 - (0.171 + 0.205 + 0.02) = 0.604$$

g) Módulo de fineza de la combinación de agregados:

Mediante la tabla Tabla N° 25 interpolamos:

$$\begin{array}{r} 7 \dots\dots\dots 5.04 \\ 6.69 \dots\dots\dots m \\ 6 \dots\dots\dots 4.96 \\ m = 5.015 \end{array}$$

h) Hallando rf:

Como ya conocemos el: $m_f = 2.15$ y $m_g = 6.69$

Entonces por formula:

$$r_f = \frac{6.69 - 5.015}{6.69 - 2.15}$$

$$r_f = 0.369$$

i) Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado:

-volumen absoluto del agregado fino... $0.369 * 0.604 = 0.223 \text{ m}^3$

-volumen absoluto del agregado grueso $0.631 - 0.223 = 0.381 \text{ m}^3$

j) Pesos secos de los agregados:

agregado fino ... $0.223 * 2.95 * 1000 = 657.466 \text{ kg/m}^3$

agregado grueso ... $0.381 * 2.71 * 1000 = 1033.268 \text{ kg/m}^3$

k) Valores de diseño:

Por lo tanto, los nuevos valores de agregados serán:

Cemento ... 517.677 kg/m^3

Agua de diseño ... 205 lt/m^3

Agregado fino seco ... 657.466 kg/m^3

Agregado grueso seco ... 1033.268 kg/m^3

l) Corrección por humedad del agregado:

agregado fino ... $657.466 * 1.014 = 666.605 \text{ kg/m}^3$

agregado grueso ... $1033.268 * 1.006 = 1039.571 \text{ kg/m}^3$

A continuación, se determina la humedad superficial de agregado:

agregado fino ... $1.39 - 1.18 = +0.21 \%$

agregado grueso ... $0.61 - 0.902 = -0.292 \%$

El porcentaje se multiplica con los valores de diseño de los agregados:

$$\text{Agregado fino} \dots \dots \dots 657.466 * (+0.0021) = +1.381 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} \dots \dots \dots 1033.268 * (-0.003) = -3.017 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Total} \dots \dots \dots - 1.636 \text{ lt/m}^3$$

Continuamos con el agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} \dots \dots \dots 205 + 1.636 = 206.636 \text{ lt/m}^3$$

Los pesos de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto ya corregido por humedad del agregado, serán:

$$\text{Cemento} \dots \dots \dots 517.677 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} \dots \dots \dots 206.636 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado fino seco} \dots \dots \dots 666.605 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso seco} \dots \dots \dots 1039.571 \text{ kg/m}^3$$

m) Proporción en peso:

Proporción en peso	C	AF	AG	AGUA
	$\frac{517.677}{517.677}$	$\frac{657.466}{517.677}$	$\frac{1033.268}{517.677}$	$\frac{205}{12.181}$
Dosificación en peso seco	1	1.27	2.00	16.83 l/bol
	$\frac{517.677}{517.677}$	$\frac{666.605}{517.677}$	$\frac{1039.571}{517.677}$	$\frac{206.636}{12.181}$
Dosificación en peso húmedo	1	1.29	2.01	16.83 l/bol

Relación agua/ cemento de diseño: 0.396

Relación agua/ cemento efectiva: 0.399

Proporción en volumen:

Proporción en volumen	C	AF	AG	AGUA
	$\frac{12.181}{12.181}$	$\frac{14.02}{12.181}$	$\frac{26.66}{12.181}$	$\frac{206.636}{12.181}$
Dosificación en peso seco	1	1.15	2.19	16.83 l/bol

n) Pesos por tanda de una bolsa:

$$\text{Cemento} \dots \dots \dots 1 * 42.5 = 42.5 \text{ kg/bol}$$

Agua efectiva. = 16.96 lt/bol

Agregado fino humedo 1.29 * 42.5 = 54.73kg/bol

Agregado grueso humedo ... 2.01 * 42.5 = 85.35 kg/bol

Diseño de Mezcla para Concreto con Aditivo Sika Fiber

Tabla 27

Diseño de mezcla de concreto con aditivo Sika Fiber para 140kg/cm²

COMPONENTE	DISÑO M3	OBRA M3	140kg/cm ²
CEMENTO	299.708	299.708	299.708
AGUA	205	206.831	206.8318
AGREG. FINO	735.752	745.979	745.979
AGREG. GRUE	1156.30	1163.354	1163.354
ADITIVO	0	0	0.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28

Diseño de mezcla de concreto con aditivo Sika Fiber para 210kg/cm²

COMPONENTE	DISÑO M3	OBRA M3	210kg/cm ²
CEMENTO	367.12	367.12	367.12
AGUA	205	206.771	206.771
AGREG. FINO	711.54	721.431	721.431
AGREG. GRUE	1118.249	1125.071	1125.071
ADITIVO	0	0	0.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29

Diseño de mezcla de concreto con aditivo Sika Fiber para 350kg/cm²

COMPONENTE	DISÑO M3	OBRA M3	350kg/cm ²
CEMENTO	517.677	517.677	517.677
AGUA	205	206.636	206.636
AGREG. FINO	657.466	666.605	666.605
AGREG. GRUE	1033.268	1039.571	1039.571
ADITIVO	0	0	1

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Ensayos en el laboratorio para el concreto en estado fresco

4.3.4.1. *Ensayo de consistencia*

Es la determinación de la fluidez del concreto, o sea midiendo si se cumple con lo propuesto en el diseño de mezcla. Además, como en el diseño nos pide una consistencia fluida debe estar en el rango de (3"-4").

Objetivo:

Determinar la uniformidad de las mezclas.

Normalización:

La determinación del asentamiento del concreto fresco se realiza mediante los estándares de las normas: NTP 339.035 y ASTM C 143.

Equipo:

- ✓ Cono de Abrams que tiene un diámetro de base inferior: 20 cm y diámetro de la base superior: 10 cm.
- ✓ Altura del cono: 30 cm.
- ✓ Barra Compactadora de fierro liso Diámetro de la barra: 16 mm. (5/8")

Procedimiento:

- ✓ Humedecemos todos los aparatos a utilizar.
- ✓ Colocamos el cono en una base plana, no absorbente.
- ✓ Mantenemos el cono firme contra la base, parándose sobre las dos aletas.
- ✓ Llenamos el concreto en 3 capas de aproximadamente 1/3 del volumen del cono cada una.
- ✓ Compactamos con la varilla cada capa con 25 golpes. Distribuirlos en toda el área y aplicarlos comenzando cerca del molde y acercándose en espiral hacia el centro de la sección, todos los golpes con la misma intensidad.
- ✓ Levantamos el cono verticalmente de 5 a 7 segundos.
- ✓ Medimos la distancia entre la altura del molde y el centro de la cara superior del concreto, con una aproximación de 1/4" (1/2 cm.).



Imagen 3 Consistencia del concreto

4.3.4.2. *Ensayo de Exudación*

Es donde las partículas sólidas se sumergen por su propio peso al fondo haciendo que, el agua ascienda a la superficie, dando a conocer en el concreto una fina capa de agua.

Normalización:

La determinación de la exudación del concreto fresco se realiza mediante los estándares de las normas: NTP 339.077 y ASTM C 232.

Equipo:

- ✓ Recipiente
- ✓ Esponja
- ✓ Jarra milimetrada.

Procedimiento:

- ✓ Según la norma ASTM C 232, se coloca la muestra de concreto en un molde.
- ✓ No se debe llenar por completo el molde, se deja una pulgada para la exudación.
- ✓ Se recolecta con una esponja el agua superficial que va subiendo a la superficie, Tomándose nota de los tiempos de ocurrencia hasta que la pasta ya no exude.

Calculando:

Tabla 30

Procedimiento para el ensayo de Exudación para una $f'c=140\text{kg/cm}^2$

Diámetro de balde	25.35 cm
Área expuesta	504.72 cm ²
Capacidad del recipiente	1/2pie ³
Peso del balde + peso del concreto	37.85 kg
Peso del balde	8.80 kg
Peso de la muestra de concreto	29.05 kg
Peso total de la tanda	54.00 kg
Peso de agua de la tanda	5.55 kg
Peso total de la muestra	29.05 kg
Peso de agua de la muestra	2.99 kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31

Datos del ensayo de Exudación

Hora de ensayo	Tiempo (min)	Tiempo parcial (min)	Volumen de exudación (cm ³)
08:10	0	0	0
08:20	10	10	4
08:30	10	20	5
08:40	10	30	7
08:50	10	40	9
09:20	30	70	9
09:50	30	100	8
10:20	30	130	3
10:50	30	160	2
11:20	30	190	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32

Procedimiento para el ensayo de Exudación para una $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Diámetro de balde	25.35 cm
-------------------	----------

Área expuesta	504.72 cm ²
Capacidad del recipiente	1/2pie ³
Peso del balde + peso del concreto	38.30 kg
Peso del balde	8.80 kg
Peso de la muestra de concreto	29.50 kg
Peso total de la tanda	54.00 kg
Peso de agua de la tanda	5.84 kg
Peso total de la muestra	29.50 kg
Peso de agua de la muestra	3.19 kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33

Datos del ensayo de Exudación

Hora de ensayo	Tiempo (min)	Tiempo parcial (min)	Volumen de exudación (cm ³)
08:15	0	0	0
08:25	10	10	4
08:35	10	20	5
08:4	10	30	7
08:55	10	40	7
09:25	30	70	8
09:55	30	100	7
10:25	30	130	3
10:55	30	160	3
11:25	30	190	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34

Procedimiento para el ensayo de Exudación para una $f'c=350\text{kg/cm}^2$

Diámetro de balde	25.35 cm
Área expuesta	504.72 cm ²
Capacidad del recipiente	1/2pie ³
Peso del balde + peso del concreto	38.20 kg
Peso del balde	8.80 kg

Peso de la muestra de concreto	29.40 kg
Peso total de la tanda	54.00 kg
Peso de agua de la tanda	6.53 kg
Peso total de la muestra	29.40 kg
Peso de agua de la muestra	3.56 kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35

Datos del ensayo de Exudación

Hora de ensayo	Tiempo (min)	Tiempo parcial (min)	Volumen de exudación (cm ³)
08:17	0	0	0
08:27	10	10	4
08:37	10	20	5
08:47	10	30	5
08:57	10	40	5
09:27	30	70	9
09:57	30	100	7
10:27	30	130	3
10:57	30	160	2
11:27	30	190	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36

Procedimiento para el ensayo de Exudación para una $f'c=140\text{kg/cm}^2$ con Sika Fiber

Diámetro de balde	25.35 cm
Área expuesta	504.72 cm ²
Capacidad del recipiente	1/2pie ³
Peso del balde + peso del concreto	37.90 kg
Peso del balde	8.80 kg
Peso de la muestra de concreto	29.10 kg
Peso total de la tanda	54.30 kg
Peso de agua de la tanda	5.51 kg
Peso total de la muestra	29.10 kg

Peso de agua de la muestra	2.95 kg
----------------------------	---------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

Datos del ensayo de Exudación

Hora de ensayo	Tiempo (min)	Tiempo parcial (min)	Volumen de exudación (cm ³)
08:10	0	0	0
08:20	10	10	4
08:30	10	20	5
08:40	10	30	7
08:50	10	40	9
09:20	30	70	9
09:50	30	100	8
10:20	30	130	6
10:50	30	160	2
11:20	30	190	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38

Procedimiento para el ensayo de Exudación para una $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con Sika Fiber

Diámetro de balde	25.35 cm
Área expuesta	504.72 cm ²
Capacidad del recipiente	1/2 pie ³
Peso del balde + peso del concreto	38.10 kg
Peso del balde	8.80 kg
Peso de la muestra de concreto	29.30 kg
Peso total de la tanda	54.70 kg
Peso de agua de la tanda	5.90 kg
Peso total de la muestra	29.30 kg
Peso de agua de la muestra	3.16 kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39

Datos del ensayo de Exudación.

Hora de ensayo	Tiempo (min)	Tiempo parcial (min)	Volumen de exudación (cm ³)
08:14	0	0	0
08:24	10	10	3
08:34	10	20	5
08:44	10	30	6
08:54	10	40	7
09:24	30	70	9
09:54	30	100	8
10:24	30	130	3
10:54	30	160	2
11:24	30	190	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40

Procedimiento para el ensayo de Exudación para una $f'c=350\text{kg/cm}^2$ con Sika Fiber

Diámetro de balde	25.35 cm
Área expuesta	504.72 cm ²
Capacidad del recipiente	1/2pie ³
Peso del balde + peso del concreto	38.50 kg
Peso del balde	8.80 kg
Peso de la muestra de concreto	29.70 kg
Peso total de la tanda	54.00 kg
Peso de agua de la tanda	6.55 kg
Peso total de la muestra	29.70 kg
Peso de agua de la muestra	3.60 kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41

Datos del ensayo de Exudación

Hora de ensayo	Tiempo (min)	Tiempo parcial (min)	Volumen de exudación (cm ³)
08:17	0	0	0
08:27	10	10	4
08:37	10	20	5
08:47	10	30	5
08:57	10	40	5
09:27	30	70	8
09:57	30	100	7
10:27	30	130	3
10:57	30	160	2
11:27	30	190	1

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.3. Ensayo de peso unitario o densidad de masa

Según la Norma ASTM 138-63, nos dice que “consiste en determinar el volumen del concreto producido, con el fin de verificar la correcta dosificación y rendimiento de los materiales. Es una base para determinar el rendimiento de la mezcla, el contenido de cemento, así como el contenido de aire. El peso unitario del concreto fresco nos permite formar un juicio inmediato de la calidad de la composición granulométrica y de la compactación del concreto, siendo un importante medio de control del concreto”.

Objetivo:

Determinar el peso de 1m³ de concreto.

Normalización:

La determinación del asentamiento del concreto fresco se realiza mediante los estándares de las normas: NTP 339.046 y ASTM C 138-63.

Equipo:

- ✓ Balanza.
- ✓ Varilla o vibrador de Ø 5/8” (16 mm) x 24” (600mm).
- ✓ Recipiente para el ensayo.
- ✓ Martillo de goma.

Procedimiento:

- ✓ Determinamos el peso del recipiente vacío (en kg) y humedecerlo.
- ✓ Llenamos y compactamos en tres capas de igual volumen, en la tercera capa sobrellene el recipiente.
- ✓ Enrasamos la superficie del concreto y damos un acabado suave con la placa de enrasado.
- ✓ Limpiamos completamente el exterior del recipiente y determinar el peso (kg) de recipiente lleno con concreto.

Tabla 42

Datos para el Ensayo del Peso Unitario.

	f'_c (kg/cm ²)	Peso del concreto (kg)	Volumen del recipiente
	140	26.2624216	0.0111786
Patrón	210	26.2986849	0.0111786
	350	26.3778518	0.0111786
Con	140	26.3097741	0.0111786
Aditivo	210	26.3576968	0.0111786
Sika Fiber	350	26.418609	0.0111786

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.4. Ensayo de Retracción Plástica

Los cambios volumétricos constituyen uno de los aspectos más importantes del comportamiento del concreto, tanto desde el punto de vista de la tecnología de diseño de mezclas, su producción, colocación, y curado, como desde la perspectiva del diseño estructural, dado que sus efectos se traducen en contracciones y/o expansiones que ocasionan una variedad de problemas, asociados principalmente en fisuraciones desde el punto de vista estético, y en otra producen la pérdida de capacidad portante.

Objetivo:

Determinar la cantidad de fisuras en una losa de concreto 1mx1mx0.10m.

Normalización:

La determinación del asentamiento del concreto fresco se realiza mediante los estándares de las normas: ASTM C 157.

Equipo:

- ✓ Tablas para el encofrado.
- ✓ Frotacho.
- ✓ Fisurómetro.

Procedimiento:



Imagen 4 Limpiar el lugar donde se va a colocar la losa.



Imagen 5 Compactar el suelo.



Imagen 6 Encofrado de un 1x1x0.10m



Imagen 7 Mezcla sin aditivo



Imagen 8 Mezcla con aditivo



Imagen 9 Colocar el concreto.



Imagen 10 Frotachar la superficie.



Imagen 11 Losa de concreto con diseño de 140kg/cm²- Patrón



Imagen 12 Losa de concreto con diseño de 210kg/cm²- Patrón



Imagen 13 Losa de concreto con diseño de 350kg/cm²- Patrón



Imagen 14 Losa de concreto con diseño de 140kg/cm²- con Sika Fiber



Imagen 15 Losa de concreto con diseño de 2100kg/cm²- con Sika Fiber



Imagen 16 Losa de concreto con diseño de 350kg/cm²- con Sika Fiber



Imagen 17 3 Losas de concreto Patrón y 3 Losas de concreto con Sika Fiber

A continuación, el diseño de mezcla de resistencia de 140kg/cm², 210kg/cm² y 360kg/cm² por un volumen de 1x1x0.1=0.1m³

Tabla 43

Diseño de losa para una resistencia de 140kg/cm²

COMPONENTES	DISEÑO	UNIDAD	POR UN VOLUMEN DE 0.1M3
CEMENTP	299.708	KG/M3	29.97 KG
AG. FINO	745.979	KG/M3	74.60 KG
AG. GRUESO	1163.354	KG/M3	116.34 KG
AGUA EFECTIVA	206.831	L/M3	20.68 L

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44

Diseño de losa para una resistencia de 210kg/cm²

COMPONENTES	DISEÑO	UNIDAD	POR UN VOLUMEN DE 0.1M3
CEMENTP	367.120	KG/M3	36.71 KG
AG. FINO	721.431	KG/M3	72.14 KG
AG. GRUESO	1125.071	KG/M3	112.51 KG
AGUA EFECTIVA	206.771	L/M3	20.68 L

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45

Diseño de losa para una resistencia de 350kg/cm²

COMPONENTES	DISEÑO	UNIDAD	POR UN VOLUMEN DE 0.1M3
CEMENTP	517.677	KG/M3	51.77 KG
AG. FINO	666.605	KG/M3	66.66 KG
AG. GRUESO	1039.571	KG/M3	103.96 KG
AGUA EFECTIVA	206.636	L/M3	20.66 L

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46

Diseño de losa para una resistencia de 140kg/cm² con aditivo Sika Fiber.

COMPONENTES	DISEÑO	UNIDAD	POR UN VOLUMEN DE 0.1M3
CEMENTO	299.708	KG/M3	29.97 KG
AG. FINO	745.979	KG/M3	74.60 KG
AG. GRUESO	1163.354	KG/M3	116.34 KG
AGUA EFECTIVA	206.831	L/M3	20.68 L
ADITIVO	0.6	KG/M3	0.06KG

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47

Diseño de losa para una resistencia de 210kg/cm² con aditivo Sika Fiber.

COMPONENTES	DISEÑO	UNIDAD	POR UN VOLUMEN DE 0.1M ³
CEMENTO	367.120	KG/M ³	36.71 KG
AG. FINO	721.431	KG/M ³	72.14 KG
AG. GRUESO	1125.071	KG/M ³	112.51 KG
AGUA EFECTIVA	206.771	L/M ³	20.68 L
ADITIVO	0.6	KG/M ³	0.06KG

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48

Diseño de losa para una resistencia de 350kg/cm² con aditivo Sika Fiber.

COMPONENTES	DISEÑO	UNIDAD	POR UN VOLUMEN DE 0.1M ³
CEMENTO	517.677	KG/M ³	51.77 KG
AG. FINO	666.605	KG/M ³	66.66 KG
AG. GRUESO	1039.571	KG/M ³	103.96 KG
AGUA EFECTIVA	206.636	L/M ³	20.66 L
ADITIVO	1	KG/M ³	0.1KG

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADO:

Tabla 49

Resultado del ensayo de Retracción Plástica Patrón y con aditivo Sika Fiber.

f'c (kg/cm ²)	Patrón (mm)	Con Aditivo Sika Fiber (mm)
140	0.4	
	0.4	No presentó fisura
	0.25	
	0.1	No presentó fisura
210	0.25	
	0.05	No presentó fisura
	0.1	No presentó fisura
350	0	No presentó fisura

Fuente: Elaboración propia.

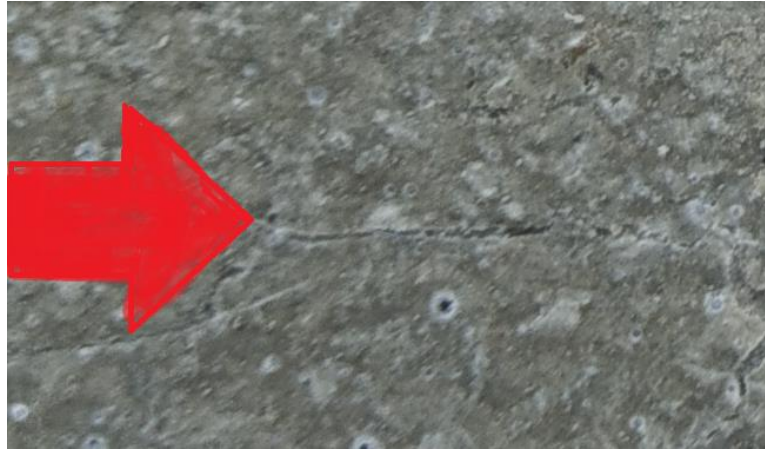


Imagen 18 Fisura de 0.25 con una resistencia de 140kg/cm2 Patrón



Imagen 19 Fisura de 0.25 medido con la regla de fisura con una resistencia de 140kg/cm2 Patrón

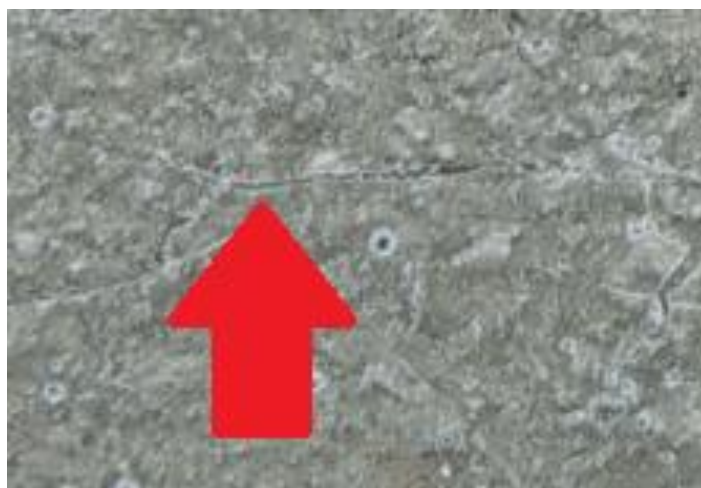


Imagen 20 Fisura de 0.4 con una resistencia de 140kg/cm2 Patrón



Imagen 21 Fisura de 0.4 medido con la regla de fisura con una resistencia de 140kg/cm² Patrón



Imagen 22 Fisura de 0.1 con una resistencia de 140kg/cm² Patrón



Imagen 23 Fisura de 0.1 medido con la regla de fisura con una resistencia de 140kg/cm² Patrón

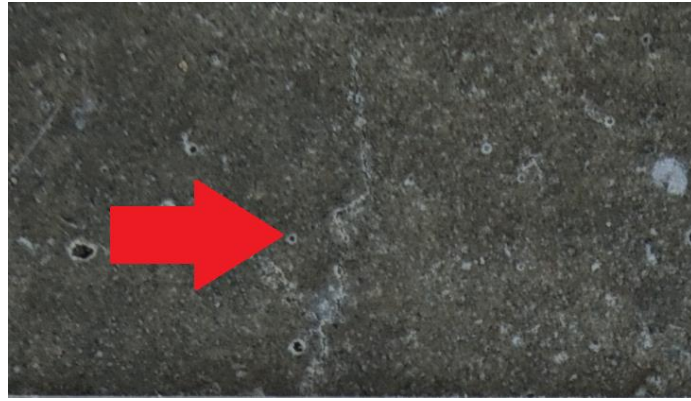


Imagen 24 Fisura de 0.25 con una resistencia de 140kg/cm2 Patrón



Imagen 25 Fisura de 0.25 medido con la regla de fisura con una resistencia de 140kg/cm2 Patrón



Imagen 26 Fisura de 0.4 con una resistencia de 140kg/cm2 Patrón



Imagen 27 Fisura de 0.4 medido con la regla de fisura con una resistencia de 140kg/cm2 Patrón

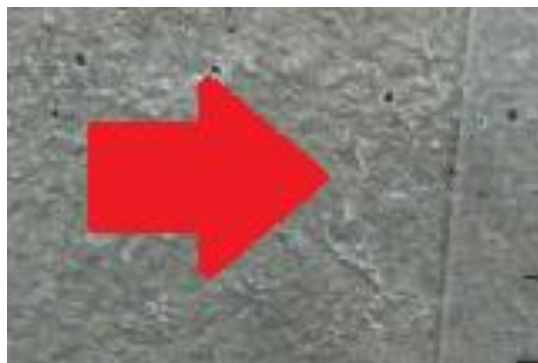


Imagen 28 Fisura de 0.05 con una resistencia de 210kg/cm2 Patrón

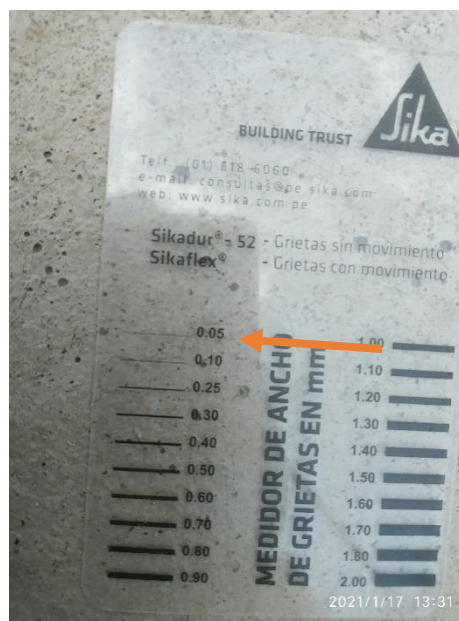


Imagen 29 Fisura de 0.05 medido con la regla de fisura con una resistencia de 210kg/cm2 Patrón

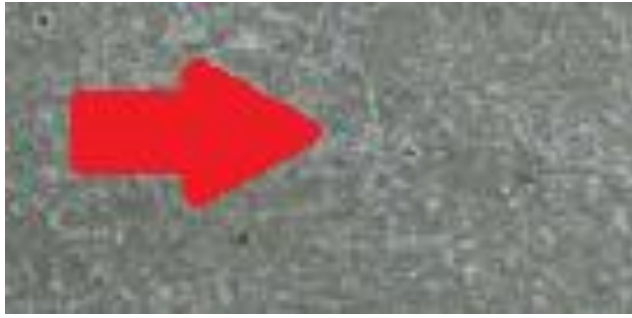


Imagen 28 Fisura de 0.1 con una resistencia de 210kg/cm2 Patrón

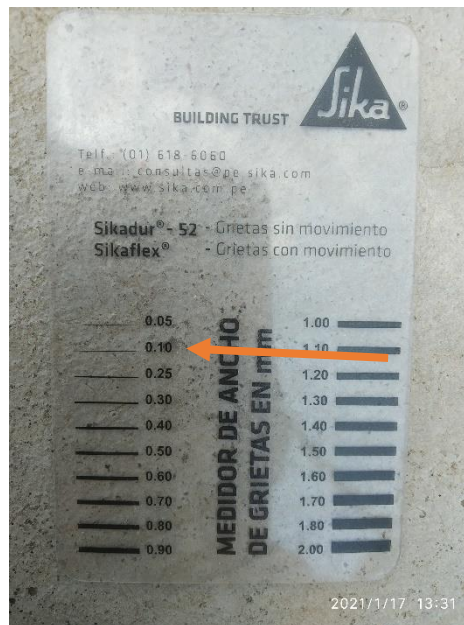


Imagen 29 Fisura de 0.1 medido con la regla de fisura con una resistencia de 210kg/cm2 Patrón

4.3.5. Ensayos en el laboratorio para el concreto en estado endurecido

4.3.5.1. *Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 y 28 días para Concreto de Control*

La resistencia a la compresión es el máximo esfuerzo de compresión que un material es capaz de desarrollar. Con un material quebradizo que falla en compresión por ruptura, la resistencia a la compresión posee un valor definido.

Objetivo:

- ✓ Determinar la capacidad portante del cemento.
- ✓ Comprobar si ha adquirido la resistencia establecida a los 7 días y a los 28 días.

Normalización:

Según la NTP 339.034 (2008), nos dice que el “Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto, además nos rige el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión”

Equipo:

- ✓ Molde para los testigos.
- ✓ Varilla lisa de 5/8”.
- ✓ Maquina compresora.
- ✓ Trompo o mezcladora.
- ✓ Martillo de goma

Procedimiento:

a. Acondicionamiento del molde:

- ✓ Debe estar limpia
- ✓ Aplicar petróleo (solo humedecimiento)
- ✓ El molde debe encontrarse lo más vertical posible, para que el acabado superior resulte horizontal.



Imagen 30 Acondicionamiento del molde.

b. Echar la mezcla al trompo

- ✓ Los componentes (cemento, agregado fino, agregado grueso y agua) debe de estar pesado, para de una vez colocar al trompo.
- ✓ El orden es el siguiente, primero agua para humedecer el tropo no todo se hecha, después la piedra, seguido a esto la arena y el cemento, mientras va dando vuelta el tropo se va agregando el resto de agua.



Imagen 31 Alistando los materiales para la mezcla en el trompo



Imagen 32 Componentes del concreto en el trompo

- c. Elaboración de testigos o probetas del concreto:
- ✓ Preparada la muestra, con un badilejo se procede a llenar la probeta en 3 capas (h/3 aproximadamente).



Imagen 33 Echando el Aditivo Sika Fiber al concreto.

- ✓ En cada capa mediante una barra de fierro liso de 5/8" de diámetro y 70 cm. de longitud. Se aplicará 25 golpes distribuidos convenientemente en toda el área, con la caída del peso de la barra y 60 cm. de altura aproximadamente.

- ✓ Los golpes se aplican en forma tal que la barra no penetre hasta la capa ya procesada y concluida la 3ra. Capa se ensará la superficie a efectos que la superficie quede perfectamente horizontal.
- ✓ En seguida se aplicará golpes moderados alrededor del cuerpo de la probeta de abajo hacia arriba, para expulsar lo, más que se pueda el aire contenido dentro de ella logrando así una superficie lisa.



Imagen 34 Enrasando las probetas para el concreto.



Imagen 35 Probetas listas para el curado al día siguiente.

- d. Curados de testigos y/o probetas:
- ✓ Preparado el testigo, a las 24 horas de la toma debe desencofrarse e introducir en una poza de agua potable.
 - ✓ Dichos testigos que se desean ensayar a los 7 días deben permanecer en agua 24 horas antes de su prueba y se si quisieran para 28 días obviamente debe permanecer 24 horas antes de su ensayo respectivo.



Imagen 36 Probetas en el pozo para el curado.



Imagen 37 Probetas después del curado.

e. Rompimiento de Probetas:

- ✓ Primero sacamos las probetas (patrón y con aditivo) del curado de 7 días y 28 días correspondientes.
- ✓ Luego llevamos a la máquina compresora.



Imagen 38 Probeta en la máquina Compresora.



Imagen 39 Probeta después del ensayo de compresión.

4.3.5.2. Resultados del ensayo a compresión

Tabla 50

Resultados de $f'c$ 140kg/cm² a los 7 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm ²)
1	12/09/2019	19/09/2019	15	7	24096.8574	136.36
2	12/09/2019	19/09/2019	15	7	24029.7057	135.98
3	12/09/2019	19/09/2019	15	7	23994.3627	135.78

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51

Resultados de $f'c$ 140kg/cm² a los 28 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm ²)
1	12/09/2019	10/10/2019	15	28	37055.36835	209.69
2	12/09/2019	10/10/2019	15	28	36868.05045	208.63
3	12/09/2019	10/10/2019	15	28	37205.5761	210.54

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52

Resultados de f_c 210kg/cm² a los 7 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm ²)
1	12/08/2019	19/08/2019	15	7	33796.7438	191.25
2	12/08/2019	19/08/2019	15	7	33644.7689	190.39
3	12/08/2019	19/08/2019	15	7	33816.1824	191.36

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53

Resultados de f_c 210kg/cm² a los 28 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm ²)
1	13/08/2019	20/08/2019	15	28	52111.48635	294.89
2	13/08/2019	20/08/2019	15	28	51731.5491	292.74
3	13/08/2019	20/08/2019	15	28	51837.5781	293.34

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54

Resultados de f_c 350kg/cm² a los 7 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm ²)
1	14/09/2019	21/09/2019	15	7	49582.6947	280.58
2	14/09/2019	21/09/2019	15	7	49768.24545	281.63
3	14/09/2019	21/09/2019	15	7	49929.0561	282.54

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55

Resultados de f'c 350kg/cm2 a los 28 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD. (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm2)
1	15/09/2019	13/10/2019	15	28	76800.339	434.60
2	15/09/2019	13/10/2019	15	28	76455.74475	432.65
3	15/09/2019	13/10/2019	15	28	76266.6597	431.58

Fuente: Elaboración propia.

Con Aditivo Sika Fiber PE

Tabla 56

Resultados de f'c 140kg/cm2 a los 7 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD. (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm2)
1	12/09/2019	19/04/2019	15	7	25814.5272	146.08
2	12/09/2019	19/04/2019	15	7	25620.1407	144.98
3	12/09/2019	12/08/2019	15	7	26076.0654	147.56

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57

Resultados de f'c 140kg/cm2 a los 28 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD. (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm2)
1	12/09/2019	10/10/2019	15	28	40078.962	226.80
2	12/09/2019	10/10/2019	15	28	40170.8538	227.32
3	12/09/2019	10/10/2019	15	28	39934.0557	225.98

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58

Resultados de $f'c$ 210kg/cm² a los 7 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD. (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm ²)
1	13/08/2019	20/08/2019	15	7	36585.30645	207.03
2	13/08/2019	20/08/2019	15	7	36433.33155	206.17
3	13/08/2019	20/08/2019	15	7	36604.7451	207.14

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59

Resultados de $f'c$ 210kg/cm² a los 28 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD. (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm ²)
1	13/08/2019	11/08/2019	15	28	56098.17675	317.45
2	13/08/2019	11/08/2019	15	28	55718.2395	315.3
3	13/08/2019	11/08/2019	15	28	55824.2685	315.9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60

Resultados de $f'c$ 350kg/cm² a los 7 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD. (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm ²)
1	14/09/2019	21/09/2019	15	7	53746.1001	304.14
2	14/09/2019	21/09/2019	15	7	54016.47405	305.67
3	14/09/2019	21/09/2019	15	7	53560.54935	303.09

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61

Resultados de f'c 350kg/cm2 a los 28 días.

COD.	FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	DIAM. (cm)	EDAD. (Días)	CARGA MAX. (kg)	TENSION MAX. (kg/cm2)
1	15/09/2019	13/10/2019	15	28	82842.22485	468.79
2	15/09/2019	13/10/2019	15	28	82213.11945	465.23
3	15/09/2019	13/10/2019	15	28	82412.8074	466.36

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Presentación e interpretación de resultados

❖ Ensayos de los Agregados

Tabla 62

Resultados del agregado fino en el laboratorio.

Agregado fino:	Rio Ica
Peso específico:	2,95
Absorción (%):	1.18
Contenido humedad (%):	1.39
Peso unitario suelto (kg/m3)	1656
Peso unitario compactado (kg/m3)	1811
Módulo de fineza:	2.15

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la tabla 57, nos indica los resultados de los ensayos realizados al agregado fino que se obtuvo del Rio Ica, cumple con la NTP.

Tabla 63

Resultados del agregado grueso en el laboratorio.

Agregado grueso:	Cantera Palomino
Peso específico:	2,71

Absorción (%):	0.902
Contenido humedad (%):	0.61
Peso unitario suelto (Kg/M3)	1368
Peso unitario compactado (Kg/M3)	1555
Abrasión o desgaste (%)	15.12
Tamaño Máximo Nominal (NTP):	¾"
Módulo de fineza:	6.69

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la tabla 58, nos indica los resultados de los ensayos realizados al agregado grueso que se obtuvo de la Cantera Palomino, cumple con la NTP.

Ensayos del Concreto Fresco

✓ Ensayo de la Retracción Plástica:

Tabla 64

Resultados del Ensayo de Retracción Plástica

f'c (kg/cm2)	Patrón (mm)	Con Aditivo Sika Fiber (mm)
140	0.4	No presentó fisura
	0.4	
	0.25	No presentó fisura
	0.1	
210	0.25	No presentó fisura
	0.05	
	0.1	No presentó fisura
350	0	No presentó fisura

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1 Resultados de la Retracción Plástica.

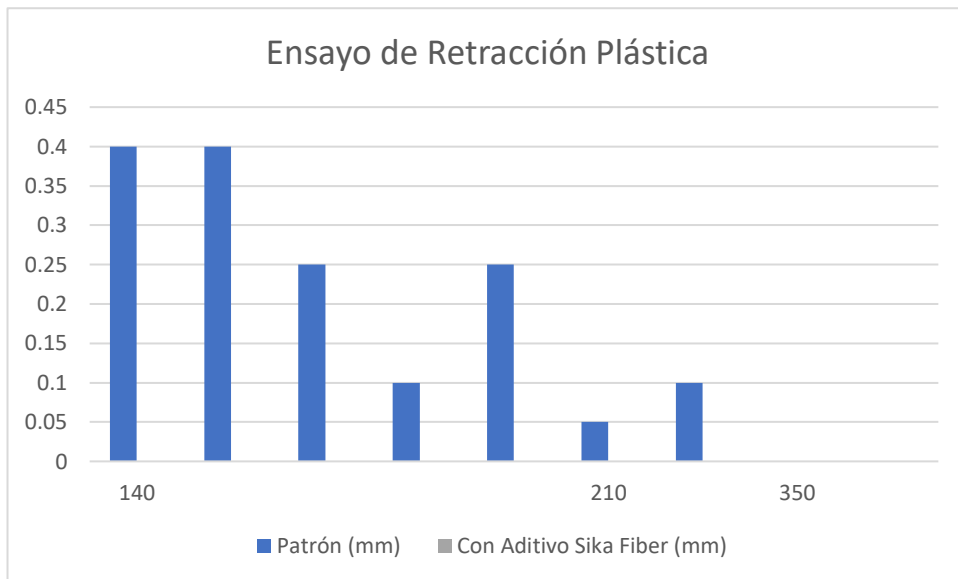
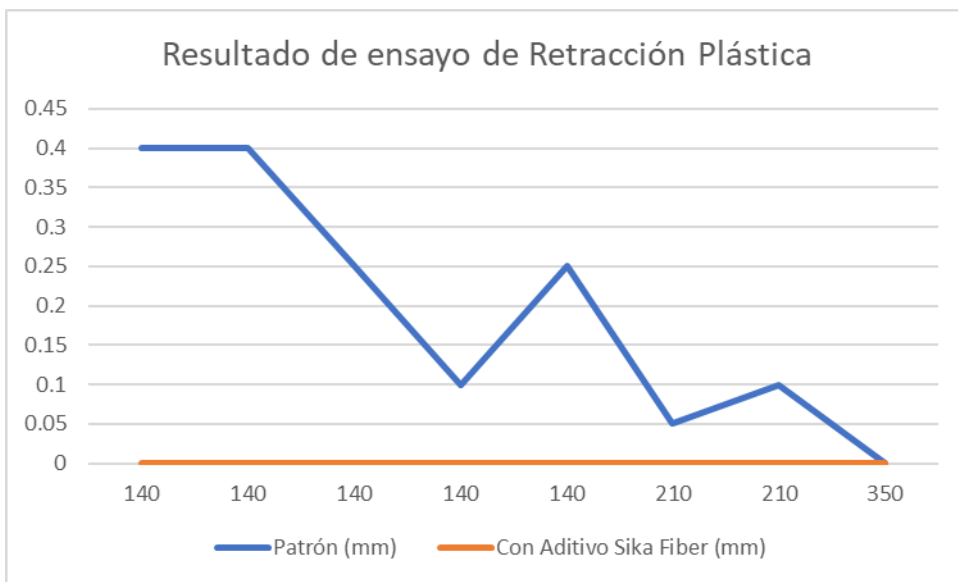


Gráfico 2 Resultado de Retracción Plástica



Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que en el Concreto Patrón notamos fisura comprendidos desde 0.1mm hasta 0.4mm y Concreto con Aditivo Sika Fiber no se encuentra ninguna fisura, pudiendo comprobar su efecto en el concreto.

- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 140kg/cm² se encuentran 5 fisuras de tamaño de 0.1 hasta 0.4 sin embargo cuando aplicamos el Aditivo Sika Fiber se reduce aproximadamente en un 100% .
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 210kg/cm² se encuentran 2 fisuras de tamaño de 0.05 hasta 0.1 sin embargo cuando aplicamos el Aditivo Sika Fiber se reduce aproximadamente en un 100% .
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 350kg/cm² no se encuentra ninguna fisura en ambas losas de concreto.

Entonces concluimos que el aditivo Sika Fiber reduce aproximadamente en un 100% las fisuras en las losas de concreto.

❖ Ensayo de la Consistencia o Slump:

Tabla 65

Resultados del Ensayo de la consistencia.

f ^c (kg/cm ²)	Patrón (pulg)	Con Aditivo Sika Fiber (pulg)
140	3.90	3.72
210	3.66	3.45
350	3.13	2.94

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3 Resultados del ensayo de Consistencia.

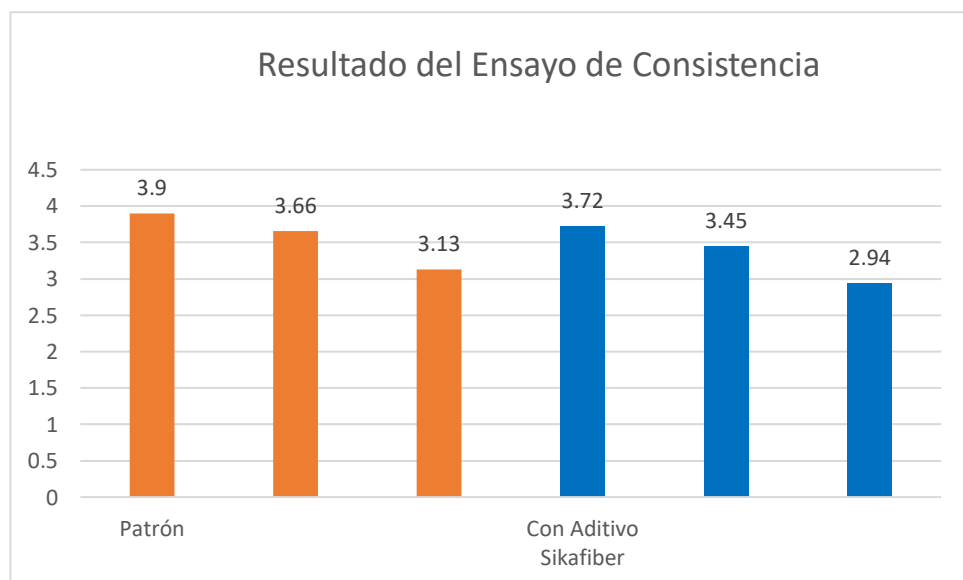
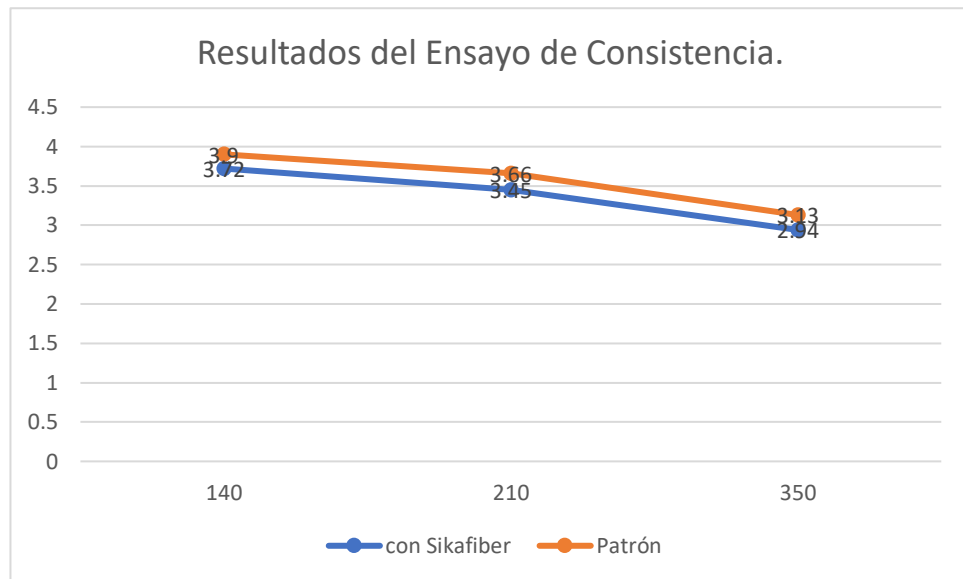


Gráfico 4 Resultados del ensayo de Consistencia.



Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que el asentamiento para el Concreto Patrón y Concreto con Aditivo Sika Fiber está comprendido entre 3” a 4”, cumpliéndose así el asentamiento de diseño de mezcla (el cual garantiza una consistencia plástica y adecuada trabajabilidad); además al adicionar a nuestro diseño patrón el aditivo Sika Fiber se observa que la consistencia se reduce.

- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 140kg/cm² la Consistencia se reduce en un 4.62%.
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 210kg/cm² la Consistencia se reduce en un 5.74%.
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 350kg/cm² la Consistencia se reduce en un 6.07%.

Entonces concluimos que el aditivo Sika Fiber con fibras de polipropileno hace que el concreto tenga menos trabajabilidad, reduciendo en un porcentaje.

❖ **Ensayo de la Exudación:**

Tabla 66

Resultados del Ensayo de Exudación.

f'c (kg/cm ²)	Patrón	Con Aditivo Sika Fiber
140	2.98%	2.89%

210	2.59%	2.49%
350	2.11%	2.02%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5 Resultados del Ensayo de Exudación.

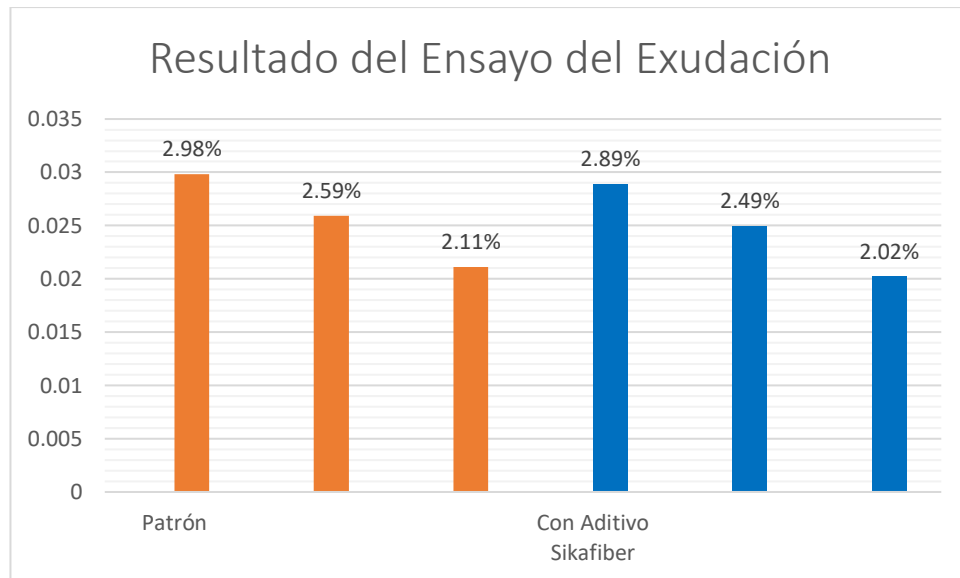
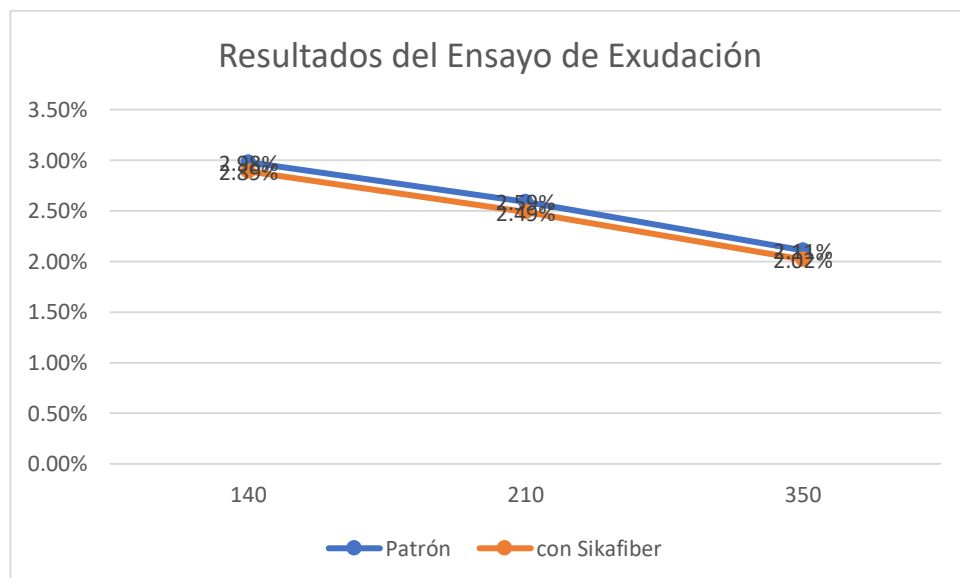


Gráfico 6 Resultados del Ensayo de Exudación



Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que el asentamiento para el Concreto Patrón y Concreto con Aditivo Sika Fiber está comprendido dentro del límite de la Norma Técnica Peruana, cumpliéndose así el asentamiento de diseño de

mezcla (el cual garantiza un concreto con mínimo porcentaje de disgregación del agua y cemento con agregados para el llenado de cualquier estructura).

- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 140kg/cm² la exudación disminuye en un 3.02%.
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 210kg/cm² la exudación disminuye en un 3.86%.
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 350kg/cm² la exudación disminuye en un 4.27%.

Entonces concluimos que el aditivo Sika Fiber con fibras de polipropileno hace que el concreto exude menos, reduciendo en un porcentaje.

✓ **Ensayo del Peso Unitario:**

Tabla 67

Resultados del Peso Unitario.

f'c (kg/cm ²)	Patrón	Con Aditivo Sika Fiber
140	2349.348	2353.584
210	2352.592	2357.871
350	2359.674	2363.32

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7 Resultados del Ensayo de Peso Unitario

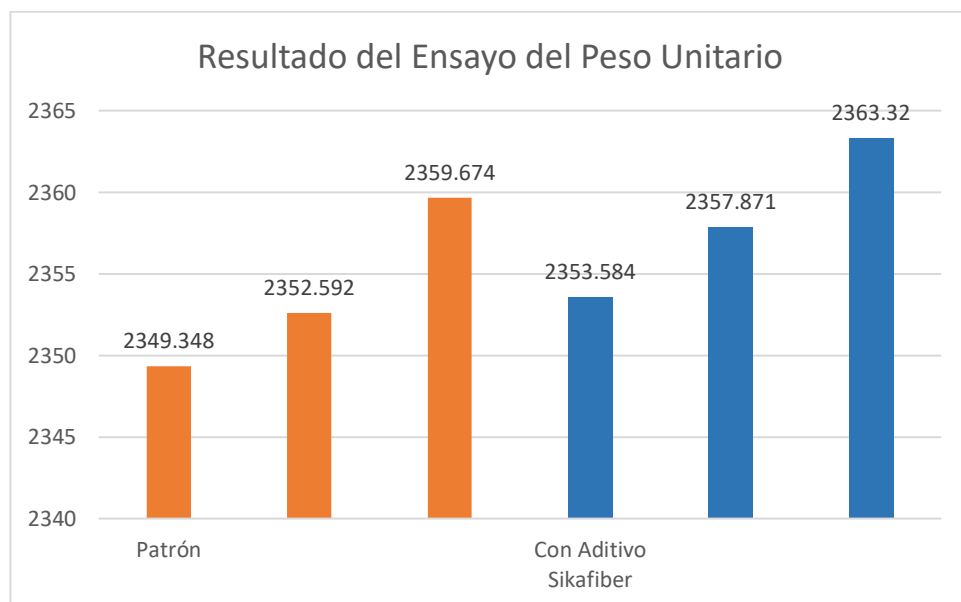
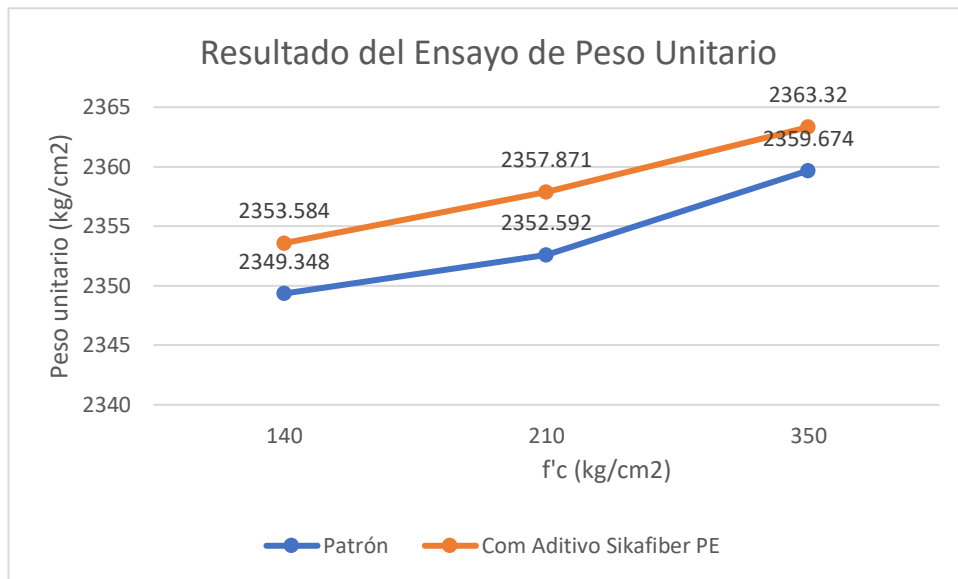


Gráfico 8 Resultados del Ensayo de Peso Unitario



Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos, se indica que el concreto utilizado durante la investigación se encuentra entre el rango normal de la clasificación del concreto, por lo que se le considera “normal”. Asimismo, se tiene la misma conducta que con el peso unitario del concreto con Aditivo Sika Fiber. Solo se observa pérdida en los resultados y esto debido a la evaporación y pérdida de agua.

- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 140kg/cm² la exudación aumenta en un 0.18%.
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 210kg/cm² la exudación aumenta en un 0.22%.
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 350kg/cm² la exudación aumenta en un 0.15%.

Ensayos del Concreto Endurecido

Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto f'c=140 kg/cm²

Tabla 68

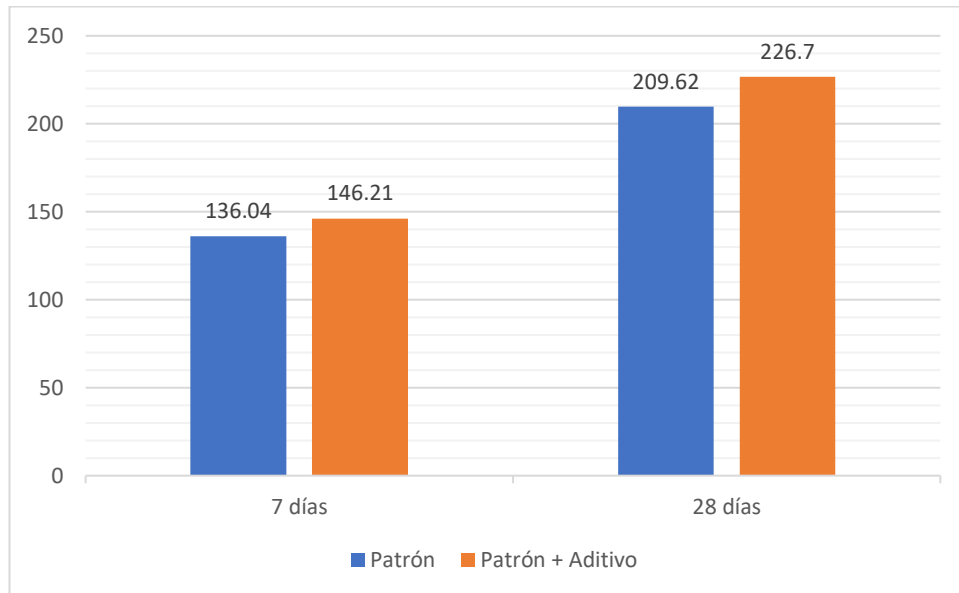
Promedio de resistencia a la compresión del concreto f'c=140 kg/cm².

CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm ²	
	7 días	28 días
Patrón	136.04	209.62

Patrón +		
Aditivo	146.21	226.70

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9 Comparación de la Resistencia de Compresión del Patrón con Patrón más aditivo para $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$.



Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos, se indica que el concreto Patrón tiene menor resistencia a la fuerza de Compresión a los 7 y 28 días frente al Concreto con Aditivo Sika Fiber.

- ❖ El gráfico nos muestra una diferencia de 10.17 kg/cm^2 a los 7 días adicionando el Aditivo Sika Fiber con respecto al concreto Patrón, llegando al 65% de su resistencia final.
- ❖ El gráfico nos muestra una diferencia de 17.08 kg/cm^2 a los 28 días adicionando el Aditivo Sika Fiber con respecto al concreto Patrón, llegando al 100% de su resistencia final.

Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 69

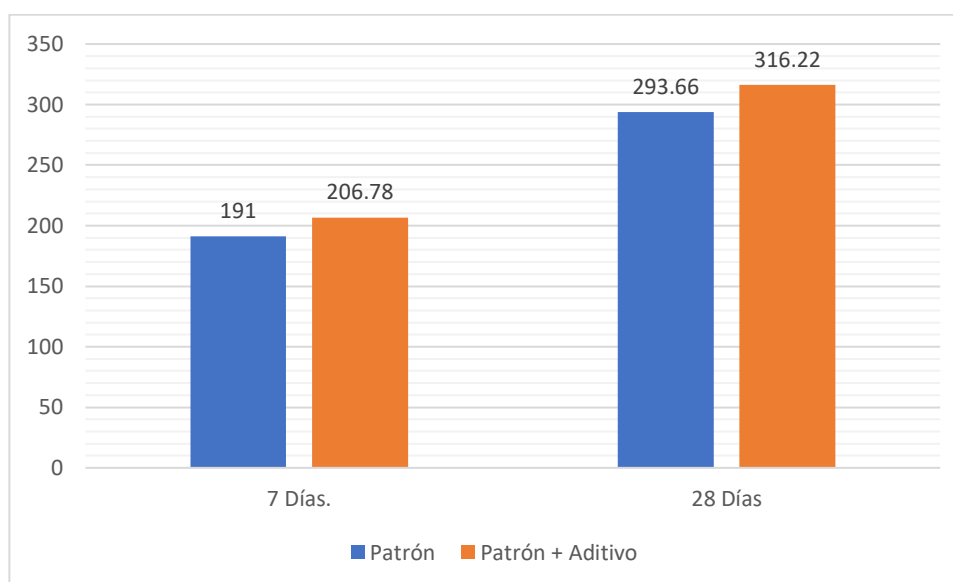
Promedio de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm^2
----------	--

	7 Días.	28 Días
Patrón	191.00	293.66
Patrón + Aditivo	206.78	316.22

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10 *Comparación de la Resistencia de Compresión del Patrón con Patrón más aditivo para $f'c=210$ kg/cm².*



De acuerdo a los resultados obtenidos, se indica que el concreto Patrón tiene menor resistencia a la fuerza de Compresión a los 7 y 28 días frente al Concreto con Aditivo Sika Fiber.

- ❖ El gráfico nos muestra una diferencia de 15.78 kg/cm² a los 7 días adicionando el Aditivo Sika Fiber con respecto al concreto Patrón, llegando al 65% de su resistencia final.
- ❖ El gráfico nos muestra una diferencia de 22.56 kg/cm² a los 28 días adicionando el Aditivo Sika Fiber con respecto al concreto Patrón, llegando al 100% de su resistencia final.

Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c=350$ kg/cm²

Tabla 70

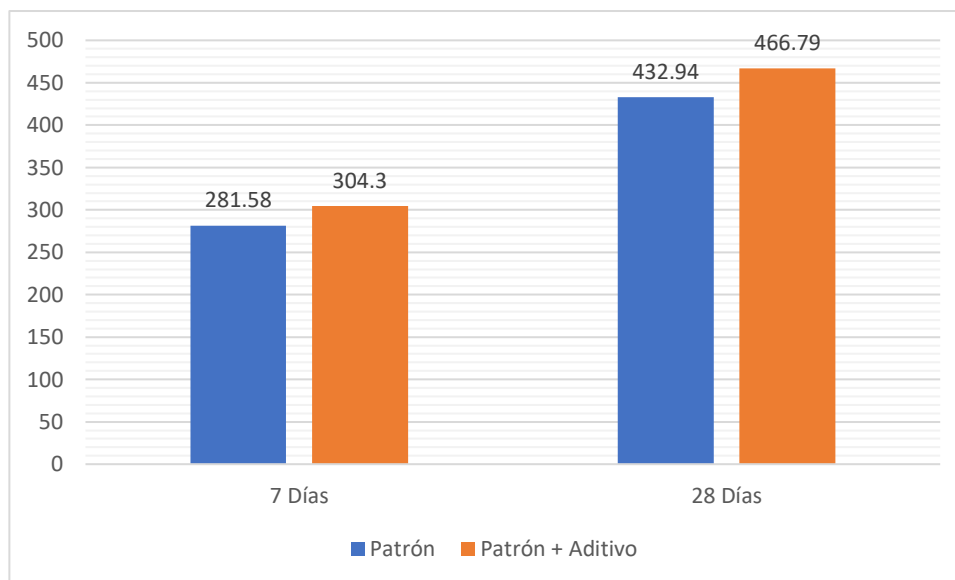
Promedio de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350$ kg/cm².

CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm ²
----------	--

	7 Días	28 Días
Patrón	281.58	432.94
Patrón + Aditivo	304.30	466.79

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11 *Comparación de la Resistencia de Compresión del Patrón con Patrón más aditivo para $f'c=350$ kg/cm².*



De acuerdo a los resultados obtenidos, se indica que el concreto Patrón tiene menor resistencia a la fuerza de Compresión a los 7 y 28 días frente al Concreto con Aditivo Sika Fiber.

- ❖ El gráfico nos muestra una diferencia de 22.72 kg/cm² a los 7 días adicionando el Aditivo Sika Fiber con respecto al concreto Patrón, llegando al 65% de su resistencia final.
- ❖ El gráfico nos muestra una diferencia de 33.85 kg/cm² a los 28 días adicionando el Aditivo Sika Fiber con respecto al concreto Patrón, llegando al 100% de su resistencia final.

5.2. Discusión de los Resultados

- ¿Por qué se utilizó el agregado fino del Río Ica y el agregado grueso de la Cantera Palomino?

Para poder elegir el agregado fino me enfoqué en primer lugar a la accesibilidad para poder obtener este producto, seguido a esto realicé los ensayos necesarios para analizar si está dentro de los parámetros que nos exige la Norma Técnica

Peruana, concluyendo que cumple con los requisitos especificados en la (NTP 400.037).

La ciudad de Ica, para obtener el agregado grueso te ofrece distintas canteras, yo elegí la cantera Palomino porque es una empresa que distribuye a varios puntos en grandes cantidades sus diversos derivados de la materia prima que tienen, otras empresas solo realizan pedidos de piedra chancada. Realicé los ensayos necesarios en el laboratorio, añadiendo un ensayo específico para el agregado grueso que es el ensayo de los Ángeles para analizar el desgaste a la abrasión, dando como resultado un porcentaje que se encuentra dentro de los parámetros de la norma (NTP 400.037).

- Al momento de comparar los resultados de la investigación, ¿La fibra sintética Sika Fiber PE pudo interactuar de manera óptima con el concreto?

Se ha podido demostrar que la fibra sintética si se adapta con el concreto, como se pudo observar en la elaboración del concreto, este componente tuvo una distribución uniforme. Pero al realizar la mezcla de concreto con fibra sintética, la única dificultad que se tuvo fue que, al adicionar este componente, la consistencia del concreto se reduce.

- ¿Para el diseño de mezcla utilizado en la presente investigación se cumplió que la consistencia calculada sea de 3" a 4"?

Para la elaboración de las probetas se realizó el ensayo del cono de Abraham para analizar si cumple o no con el diseño de mezcla, se pudo comprobar con respecto al concreto Patrón, el concreto adicionado con la fibra sintética reduce la trabajabilidad, se concluye en la investigación que se cumple con el revenimiento para el cual fue diseñado.

- ¿Por qué se realizó un análisis del nivel de exudación del concreto?

La exudación se produce inevitablemente en el concreto pues es una propiedad inherente a la estructura, por la exudación la superficie del concreto puede quedar demasiado húmeda y, así el agua queda atrapada entre elementos superpuestos de concreto el resultado puede ser un concreto poroso, débil y poco durable, es por este motivo que se realizó este ensayo para poder evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudieran tener.

- Al momento de realizar la mezcla ¿hay alguna dificultad con el aditivo Sika Fiber PE?, ¿esta alteración tiene algún efecto en la resistencia a compresión del concreto?

El aditivo Sika Fiber PE, reduce la fluidez de la mezcla por la cantidad de agua que absorben de la mezcla de concreto. Sobre la alteración de la fluidez de la mezcla y los efectos de resistencia en la compresión, se observa que las de fibra sintética mejorada en un concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, la resistencia a compresión disminuye en la dosificación de 1 kg/m^3 , no podemos afirmar al 100% que este efecto sea a causa de una reducción de la relación agua/cemento o que la muestra tenga una menor área de concreto para resistir las sollicitaciones de compresión, siendo esto un punto que escapa de los alcances de la tesis.

- ¿Cómo varía el control de fisuramiento en la losa concreto Patrón y la losa con Sika Fiber PE?

Es un problema que acarrea con frecuencia, en nuestra elaboración de losas se observó una mínima diferencia, en el concreto convencional o sea el Patrón hubo fisuras mínimas a comparación con la losa del aditivo Sika Fiber PE no hubo ninguna fisura, se concluye que no vario mucho en nuestra elaboración de losas de concreto.

CAPÍTULO VI

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

5.3. Contrastación de hipótesis general

- ✓ La aplicación del aditivo Sika Fiber PE en el diseño de mezcla mejora en la resistencia a la compresión de las construcciones en la ciudad de Ica.

Decisión:

Podemos notar en la siguiente tabla lo siguiente:

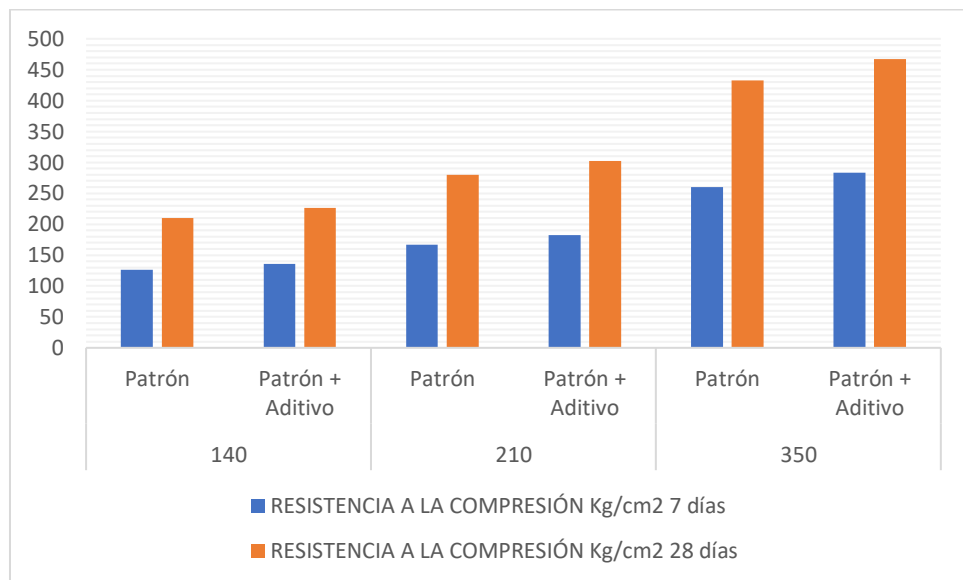
Tabla 71

Resultados del ensayo de Resistencia a Compresión

f'c	CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm ²	
		7 días	28 días
140	Patrón	136.04	209.62
	Patrón + Aditivo	146.21	226.70
210	Patrón	191.00	293.66
	Patrón + Aditivo	206.78	316.22
350	Patrón	281.58	432.94
	Patrón + Aditivo	304.30	466.79

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 12 Comparación del ensayo de resistencia (Patrón - con aditivo Sika Fiber)



El concreto Patrón, está basado en la Norma ASTM C31, que fórmula procedimientos para las pruebas de curado en campo además para probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo con la ASTM C39, y Prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto / NTP 339.034, mediante estas normas, se informa que la resistencia del concreto aumenta a medida que pasan los días, en la siguiente tabla veremos en qué porcentaje aumentó la resistencia del concreto, al pasar los 7 y 28 días.

Tabla 72

Resultados de resistencia a Compresión en porcentaje

f'c	CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm2	
		7 días	28 días
140	Patrón	0.648	0.998
	Patrón + Aditivo	0.696	1.080
210	Patrón	0.650	0.997
	Patrón + Aditivo	0.703	1.076
350	Patrón	0.649	0.998
	Patrón + Aditivo	0.701	1.076

Gráfico 13 Comparación del ensayo de resistencia al pasar 7 y 28 días.

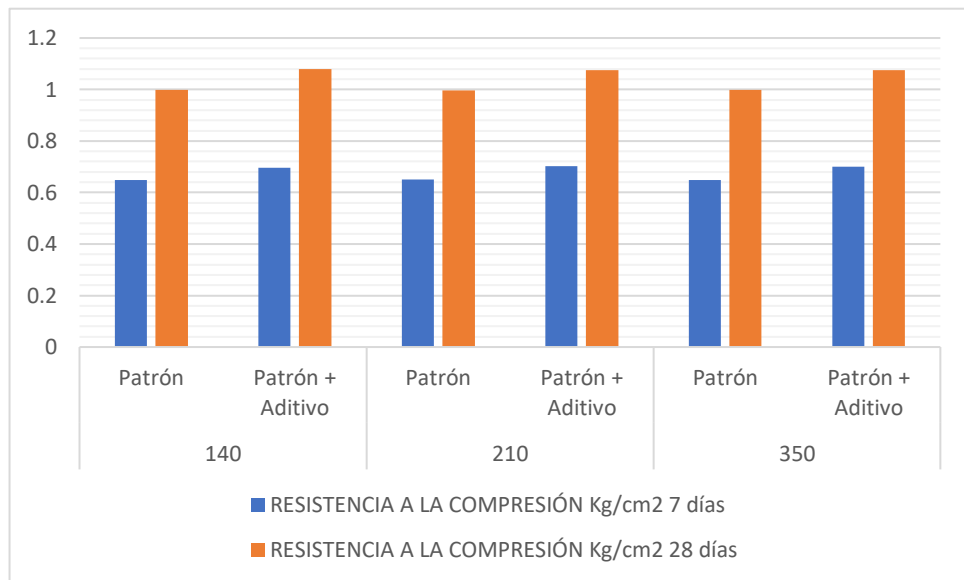
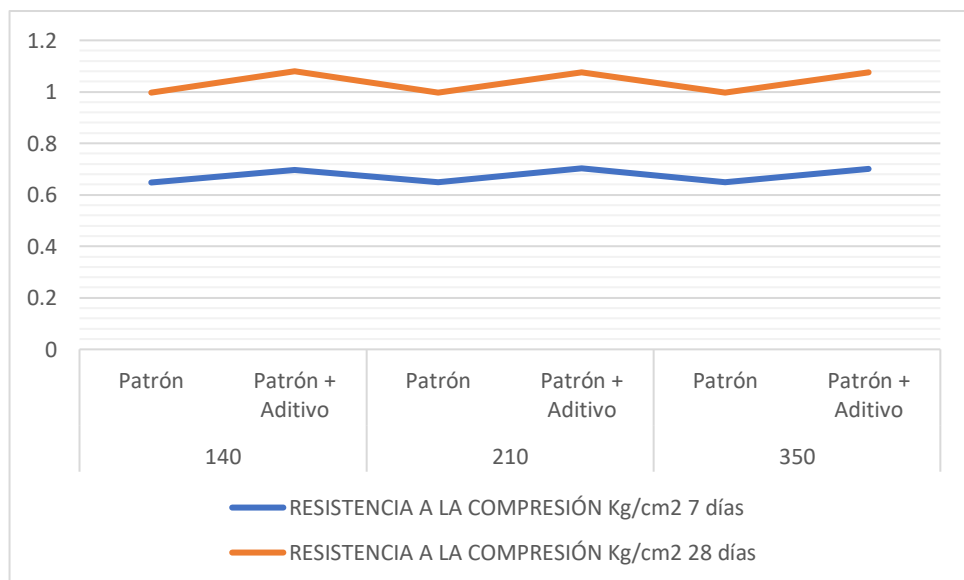


Gráfico 14 Comparación del ensayo de resistencia al pasar 7 y 28 días.



Como se ve en el gráfico, los ensayos realizados se analizaron a los 7 días, en este tiempo el concreto alcanza un promedio de 65% de su

resistencia final y a los 28 días alcanza más del 100% de su resistencia requerida; con el aditivo Sika Fiber PE.

Análisis económico:

Una bolsa de Sika Fiber PE, contiene 600g el producto comercial cuesta S/ 28.50 soles. Pongamos una tabla donde nos muestra cuanto es el costo total si queremos agregar el aditivo.

Tabla 73

Volumen - Costo del aditivo Sika Fiber PE para una resistencia menor a 300kg/cm2.

volumen (m3)	Cantidad de Sika Fiber PE (kg)	costo
0.15	0.09	S/ 4.28
2	1.2	S/ 57.00
10	6	S/ 285.00
25	15	S/ 712.50
40	24	S/ 1,140.00

Tabla 74

Volumen - Costo del aditivo Sika Fiber PE para una resistencia mayor a 300kg/cm2.

volumen (m3)	Cantidad de Sika Fiber PE (kg)	costo
0.15	0.15	S/ 7.13
2	2	S/ 95.00
10	10	S/ 475.00
25	25	S/ 1,187.50
40	40	S/ 1,900.00

En el caso que tengamos un volumen de 25 m3 para una resistencia de 210kg/cm2 como nos especifica en su hoja técnica de Sika Fiber PE, se agrega por m3 una cantidad de 600g. se gastaría 25 bolsas ósea en valor de 712.50.

Es un caso distinto si requerimos una resistencia mayor a 300kg/cm2 en este caso se utilizaría 1000g de aditivo por m3 de mezcla.

5.4. Contrastación de hipótesis específicas

- ✓ El aditivo Sika Fiber PE influye en el control de fisuramiento del concreto en estado fresco.

Decisión:

Podemos ver en la siguiente tabla:

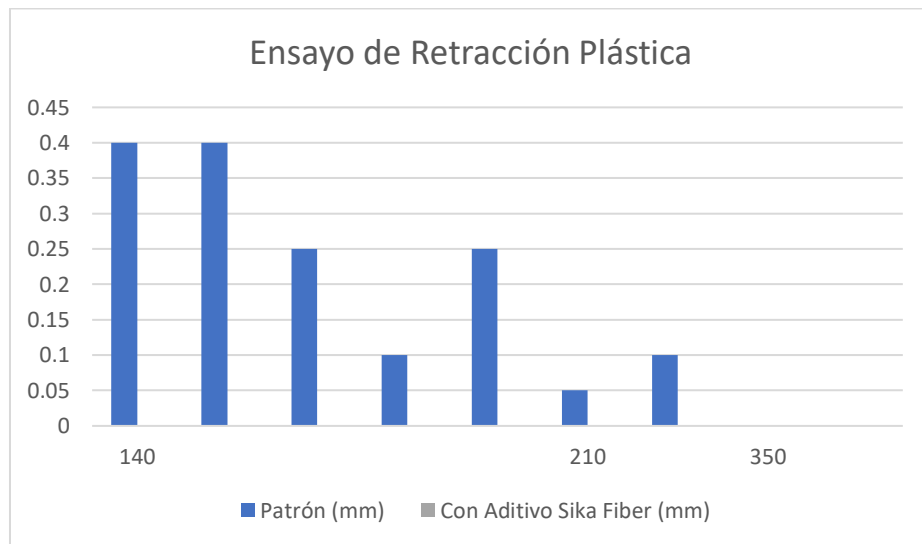
Tabla 75

Resultados de la Retracción Plástica

f'c (kg/cm2)	Patrón (mm)	Con Aditivo Sika Fiber (mm)
140	0.4	No presentó fisura
	0.4	
	0.25	
	0.1	
210	0.25	No presentó fisura
	0.05	
	0.1	
350	0	No presentó fisura

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 15 *Comparación de la Retracción Plástica*



Podemos determinar que el Aditivo Sika Fiber PE, si influye, ya que este trabaja disminuyendo la retracción plástica del concreto como consecuencia de esto evita las fisuras en la losa del concreto.

- ✓ El aditivo Sika Fiber PE influye en el nivel de exudación del concreto en estado fresco.

Decisión:

Podemos determinar que el Aditivo Sika Fiber PE, si influye, en la exudación del concreto, ya que el aditivo absorbe agua de la mezcla del concreto haciendo

que disminuya en un porcentaje la exudación disminuyendo con respecto al concreto Patrón.

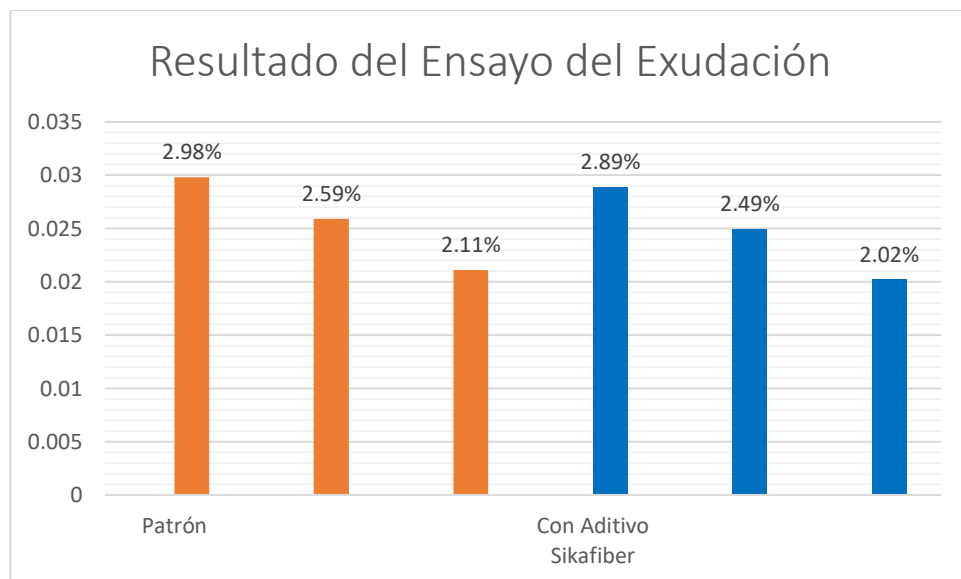
Tabla 76

Resultados del Ensayo de Exudación.

f'c (kg/cm ²)	Patrón	Con Aditivo Sika Fiber
140	2.98%	2.89%
210	2.59%	2.49%
350	2.11%	2.02%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 16 *Resultados del Ensayo de Exudación.*



De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que el asentamiento para el Concreto Patrón y Concreto con Aditivo Sika Fiber está comprendido dentro del límite de la Norma Técnica Peruana, cumpliéndose así el asentamiento de diseño de mezcla (el cual garantiza un concreto con mínimo porcentaje de disgregación del agua y cemento con agregados para el llenado de cualquier estructura).

- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 140kg/cm² la exudación disminuye en un 3.02%.
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 210kg/cm² la exudación disminuye en un 3.86%.
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 350kg/cm² la exudación disminuye en un 4.27%.

Entonces concluimos que el aditivo Sika Fiber con fibras de polipropileno hace que el concreto exude menos, reduciendo en un porcentaje.

❖ **Ensayo de Consistencia:**

El aditivo Sika Fiber PE influye en el nivel de consistencia del concreto en estado fresco.

Decisión:

Podemos determinar que el Aditivo Sika Fiber PE, si influye, en la Consistencia del concreto, el aditivo Sika Fiber PE disminuye la trabajabilidad del concreto en un porcentaje con respecto al concreto Patrón.

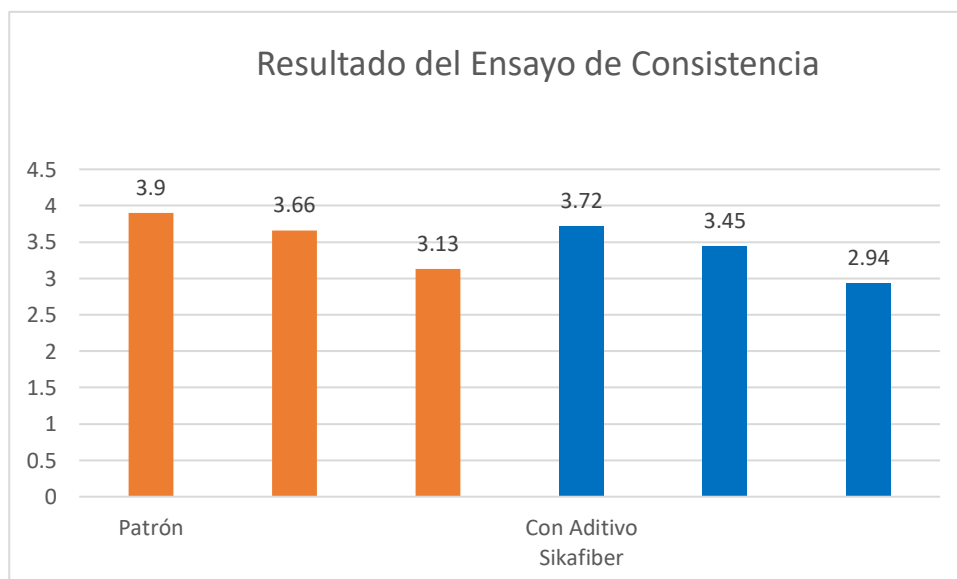
Tabla 77

Resultados del Ensayo de la consistencia.

f'c (kg/cm2)	Patrón (pulg)	Con Aditivo Sika Fiber (pulg)
140	3.90	3.72
210	3.66	3.45
350	3.13	2.94

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 17 Resultados del ensayo de Consistencia.



De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que el asentamiento para el Concreto Patrón y Concreto con Aditivo Sika Fiber está comprendido entre 3" a 4", cumpliéndose así el asentamiento de diseño de mezcla (el cual garantiza una consistencia plástica y adecuada trabajabilidad); además al adicionar a nuestro diseño patrón el aditivo Sika Fiber se observa que la consistencia se reduce.

- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 140kg/cm² la Consistencia se reduce en un 4.62%.
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 210kg/cm² la Consistencia se reduce en un 5.74%.
- ❖ Vemos en el gráfico con relación a 350kg/cm² la Consistencia se reduce en un 6.07%.

Entonces concluimos que el aditivo Sika Fiber con fibras de polipropileno hace que el concreto tenga menos consistencia, reduciendo en un porcentaje.

CONCLUSIONES

- En el Ensayo de Resistencia a la Compresión del concreto endurecido se logra un aumento de resistencia a los 7 y 28 días con el aditivo Sika Fiber PE para el diseño de 140kg/cm², 210kg/cm² y 350kg/cm², es un aporte sustancial ya que nos basamos en la norma NTP 339.034, donde nos indica que a los 7 días, en este tiempo el concreto alcanza un promedio de 65%, agregando el aditivo Sika Fiber PE aumentó en un promedio de 70% de su resistencia final y a los 28 días alcanza más del 100% de su resistencia requerida y con el aditivo Sika Fiber PE aumento en 108% de su resistencia final.
- Se ahorra en un 14.2% de ahorro de tiempo, 20% de ahorro en el costo y mejora la salud y la seguridad con el aditivo Sika Fiber PE, además utilizando agregado grueso de la cantera Palomino, agregado fino del Río Ica y cemento Inka ultrarresistente, significativamente es mas rápido y con menores gasto de construcción.
- En el Ensayo de la Retracción Plástica, nos damos cuenta que el aditivo Sika Fiber nos ayuda bastante a la reducción de fisuras al 100% en los tres diseños que realicé de $f'c=140\text{kg/cm}^2$, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=350\text{kg/cm}^2$. Este resultado nos demuestra que con el aditivo Sika Fiber, se evita fisuras evitando gastos de reparación de losas de concreto u otras estructuras horizontales.
- En el Ensayo de Consistencia en el concreto fresco para los diseños $f'c=140\text{kg/cm}^2$, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=350\text{kg/cm}^2$, nos muestra cuando se adiciona la fibra de polipropileno al concreto, el porcentaje de fluidez tiene valores que se reduce en un porcentaje máximo hasta 6.07%.
- En el Ensayo de Exudación en el concreto fresco, para las relaciones $f'c=140\text{kg/cm}^2$, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=350\text{kg/cm}^2$, nos muestra cuando se adiciona fibra de Polipropileno al concreto, el porcentaje de fluidez tiene valores que se reduce en un porcentaje máximo hasta 4.27%.
- En el Ensayo de Peso Unitario en el concreto fresco para los diseños $f'c=140\text{kg/cm}^2$, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=350\text{kg/cm}^2$, nos muestra cuando se adiciona la fibra de polipropileno al concreto, los valores nos indican que se aumenta en un máximo de 0.22%.

RECOMENDACIONES

- Cuando se adicione la fibra de polipropileno en el concreto, se recomienda aumentar unos 5 minutos al tiempo de mezcla de componentes (sin agua), para lograr que una mezcla más uniforme. Mejores combinaciones se obtienen cuando al principio solo se mezcla la fibra y el cemento, también se recomienda no echar la fibra directamente sobre el agua, puesto que, por su poco peso, no se dispersa fácilmente sobre líquidos.
- En este estudio no se ha visto la influencia que podría tener la longitud de fibra, parámetro que sería conveniente tener en cuenta para estudios futuros, incluso por los variados tamaños que existen en el mercado.
- Es recomendable realizar ensayos con distintas dosificaciones del aditivo Sika Fiber PE para saber cómo influye la cantidad en el concreto, parámetro que sería conveniente tener en cuenta para estudios futuros.
- Realizar estudios con otras canteras de la Región Ica, para potencializar el conocimiento del aditivo Sika Fiber PE, para obtener distintos resultados en el diseño de mezcla, además utilizando agregados finos provenientes de distintos lugares y distintas marcas de cementos de la ciudad.

Referencias bibliográficas

- Abanto Castillo, F. (2000). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos.
- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas)*. Lima, Peru: 2da ed. San Marcos.
- Carbajal, P. (1993). *Diseño de Mezclas*. Lima: Iquar.
- Chapoñan Cueva, J. M., & Quispe, C. J. (2017). *Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaria - Nuevo Chimbote*. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Fernando, M. C. (2011). Comportamiento macanico del hormigon reforzado con fibra de polipropileno multifilamento: influencia de porcentaje adicionado. *licenciatura*. universidad politecnica de Valencia, Valencia.
- Flores Fernandez, J. A. (2014). Efecto en las propiedades en tension de un material compuesto base cemneto reforzado con fibras de PET reciclado. *licenciatura*. Centro de investigacion en materiales avanzados, Mexico.
- GRECIA. (2009). *MARTHBJSHHK*. PERU: MNSHDH.
- Harman, J. (1998). *Diseño de mezclas de agregados, Diseño de mezclas de concreto y Concreto en Obra*. Lima: America Concrete Institute Perú.
- Kosmatka, S. (2004). *Diseño y Control de Mezclas del Concreto*. Illinois: Portland Cement Association.
- Leyva Cervantes, M. (2014). Durabilidad de compuestos a base de matrices minerales reforzados con fibras naturales. *licenciatura*. Universidad Autónoma de Nuevo León., Mexico.
- Llanos Falcon, J. A., & Mellado Teves, M. S. (2020). Control de la retracción plástica mediante el uso de dosificaciones de microfibras sintéticas Drymix y fibra

ultrafina utilizando paneles normados. *licenciatura*. Universidad peruana de ciencias aplicadas, Peru.

Lopez, E. R. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima-Perù: Angel Gomez, Katy Ramos y Roxana Herrera.

López, E. R. (2014). *Diseño de Mezclas*. Lima-Perú: Instituto de la construcción y gerencia - ICG.

Neville, A., & Brooks, J. (1998). *Tecnología del Concreto*. México: Trillas.

NTP 339.047. (2006). *Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados*. Lima: INDECOPI.

NTP 339.047. (2006). *Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados*. Lima: INDECOPI.

NTP 339.088. (2006). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland, Requisitos*. Lima: INDECOPI.

NTP 400.037. (2014). *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima: INDECOPI.

Rivva López, E. (2014). *Diseño de Mezclas*. Lima: ICG.

Sanchez Muñoz , F. L., & Tapia Medina, R. D. (2015). Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días. *licenciatura*. Universidad Privada Antenor Orrego, Peru.

Villanueva, E., & Yaranga, H. (2015). *Estudio de la influencia de fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concreto de $f'c = 210$ kg/cm² en el distrito de Lircay, Provincia de Angares, Región Huancavelica*. Lircay: Universidad Nacional de Huancavelica.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

N° 040 - 77723607

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **INFORME FINAL DE TESIS** cuyo título es:

**APLICACIÓN DEL ADITIVO SIKA FIBER EN EL DISEÑO DE
MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LAS
CONSTRUCCIONES EN LA CIUDAD DE ICA**

presentado por:

RIMACHE GOMEZ, GRECIA MARLIN

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es **16% de similitud** por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 14 octubre de 2021

DAVID MOTTA HUAYANCA
Técnico Operador Tecnológico:



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" Ica
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



DR. ING. MARTA HADJEVICH WILSON HUAMANACUMO
Director de la Unidad de Investigación de la FIC