

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL  
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU  
ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO  
INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO  
PARA LOSAS ALIGERADAS”**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniera Civil**

**Autor:**

**BACH. CHINCHAY REYNOSO, Marwy Shayury**

**Asesor:**

**ING. DAYANA MARY MONTALVAN SALCEDO**

**Línea de Investigación Institucional:**

Transporte y urbanismo

**Huancayo – Perú**

**2024**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

Presidente

---

MG. David Ramos Piñas

Jurado

---

MG. Nelfa Estrella Ayuque Almidon

Jurado

---

Dr. Fernando Anacleto Boza Ccora

Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

Secretario Docente

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación va dedicado para mi hija Jaisha Alessia, mis padres William Chinchay, Marleny Reynoso a mis abuelos Juan Reynoso y Juana Vera quienes me apoyaron en todo momento, se esforzaron por darme siempre lo mejor y por ellos estoy logrando mis sueños y triunfos ante todo obstáculo.

Bach. Chinchay Reynoso, Marwy Shayury

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a mis padres y a mi familia por brindarme su apoyo y ayuda incondicional para la realización de este proyecto a la vez a mi pareja Jairo por estar siempre a mi lado dándome ánimos y ayudándome a no rendirme en todo este proceso, los amo y estaré eternamente agradecida con todos.

Bach. Chinchay Reynoso, Marwy Shayury

# CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0307 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis**; titulada:

## EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **Ing. MONTALVAN SALCEDO DAYANA MARY**

Fue analizado con fecha **11/09/2024**; con **165 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

**Excluye citas.**

**Excluye Cadenas hasta 20 palabras.**

Otro criterio (especificar)

X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **25 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 11 de septiembre del 2024.



**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI**  
**JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>v</b>
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>14</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>14</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	14
1.2. Delimitación del problema .....	15
1.2.1. Delimitación espacial .....	15
1.2.2. Delimitación temporal.....	16
1.2.3. Delimitación económica.....	16
1.3. Formulación del problema.....	16
1.3.1. Problema general.....	16
1.3.2. Problemas específicos .....	16
1.4. Justificación .....	16
1.4.1. Justificación social .....	16
1.4.2. Justificación teórica.....	17
1.4.3. Justificación metodológica.....	17
1.5. Objetivos de la investigación.....	17
1.5.1. Objetivo general .....	17
1.5.2. Objetivos específicos .....	18
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>19</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	19
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	19
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	22
2.2. Bases teóricas o científicas .....	24
2.2.1. Fibras de poliestireno .....	24

2.2.2. Concreto .....	27
2.2.3. Concreto autocompactante .....	35
2.2.4. Losas aligeradas .....	40
2.3. Marco conceptual .....	48
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>49</b>
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>49</b>
3.1. Hipótesis.....	49
3.1.1. Hipótesis general.....	49
3.1.2. Hipótesis específica.....	49
3.2. Variable .....	50
3.2.1. Definición conceptual de las variables.....	50
3.2.2. Definición operacionalización de la variable.....	50
3.2.3. Operacionalización de la variable .....	51
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>53</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>53</b>
4.1. Método de investigación.....	53
4.2. Tipo de investigación.....	53
4.3. Nivel de la investigación .....	54
4.4. Diseño de la investigación.....	54
4.5. Población y muestra .....	54
4.5.1. Población.....	54
4.5.2. Muestra.....	54
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	55
3.2.4. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación .....	57
4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos .....	58
4.8. Aspectos éticos de la investigación .....	62
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>63</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>63</b>
5.1. Descripción del diseño tecnológico.....	63
5.2. Descripción de resultados .....	63
5.2.1. Caracterización de materiales .....	63
5.2.2. Diseño de mezcla del concreto.....	65
5.2.3. Evaluación de las características físicas del concreto autocompactante.....	68
5.2.4. OB -01 (contenido de aire).....	69

5.2.5. OB – 02 (consistencia).....	70
5.2.5.1. Variación de la consistencia del concreto autocompactante por ensayo de la caja L70	
5.2.6. OB – 03 (resistencia a compresión) .....	73
5.2.6.1. Resistencia a compresión del concreto autocompactante.....	73
5.2.7. OB (resistencia a flexión).....	76
5.2.7.1. Resistencia a la flexión del concreto autocompactante .....	76
5.3. Prueba de hipótesis.....	80
5.3.1. Primera hipótesis específica.....	80
5.3.2. Segunda hipótesis específica.....	81
5.3.3. Tercera hipótesis específica .....	83
5.3.4. Cuarta hipótesis específica.....	85
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>88</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>88</b>
6.1. Discusión con antecedentes.....	88
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>95</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo N°01: Matriz de consistencia.....</b>	<b>100</b>
<b>Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables.....</b>	<b>103</b>
<b>Anexo N°03: Matriz de operacionalización del instrumento.....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación.....</b>	<b>107</b>
<b>Anexo N°05: Fichas técnicas .....</b>	<b>132</b>
<b>Anexo N°06: Confiabilidad y validez del instrumento.....</b>	<b>137</b>
<b>Anexo N°07: La data de procesamiento de datos.....</b>	<b>141</b>
<b>Anexo N°08: Fotografía de la aplicación del instrumento.....</b>	<b>145</b>



## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Los estándares máximos de densidad aparente suelta en seco para áridos ligeros utilizados en concretos estructurales. ....	25
Tabla 2: Detalles de concreto autocompactante .....	35
Tabla 3: Clasificación de losas aligeradas.....	41
Tabla 4: Matriz de operacionalización de variables.....	52
Tabla 5: Intervalo de validez.....	57
Tabla 6: Validación de expertos.....	57
Tabla 7: Rangos y magnitudes de confiabilidad.....	57
Tabla 8: Propiedades del agregado fino.....	64
Tabla 9: Propiedades del agregado grueso.....	64
Tabla 10: Propiedades del agua.....	65
Tabla 11: El diseño de mezcla en condiciones de sequedad .....	66
Tabla 12: Diseño de mezcla en estado húmedo .....	66
Tabla 13: Diseño del concreto convencional.....	67
Tabla 14: Diseño del concreto con 0.5%, 1% y 2% de fibra de poliestireno .....	67
Tabla 15: Resultados de peso unitario del concreto autocompactante .....	68
Tabla 16: Resumen del peso unitario real y % de variación .....	68
Tabla 17: Resultados de contenido de aire del concreto autocompactante .....	69
Tabla 18: Resultados de la consistencia del concreto autocompactante .....	71
Tabla 19: Resultados obtenidos del ensayo de embudo V para evaluar la consistencia del concreto. ....	72
Tabla 20: Resultados de resistencia a compresión a los 7 días .....	73
Tabla 21: Resultados de resistencia a compresión a los 14 días .....	74
Tabla 22: Resultados de resistencia a compresión a los 28 días .....	75
Tabla 23: Los datos de resistencia a la flexión del concreto autocompactante a los 7 días se muestran a continuación.....	76
Tabla 24: Resultados del MR del concreto autocompactante a los 14 días .....	78
Tabla 25: Resultados de MR del concreto autocompactante a los 28 días.....	79

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Gran cantidad de refuerzo de acero en losas de concreto.....	15
Figura 2: Cangrejeras en columnas y placas de edificaciones.....	15
Figura 3: El proceso de producción del poliestireno expandido implica las siguientes etapas: (a) Utilización del estireno como materia prima; (b) Espumación del estireno; (c) Formación de bloques de EPS (poliestireno expandido).....	25
Figura 4: Tipos de cementos .....	30
Figura 5: Diseño de mezcla según normatividad .....	31
Figura 6: Aditivo superplastificante .....	34
Figura 7: Aplicación del concreto .....	37
Figura 8: Prueba de la caja L.....	38
Figura 9: Prueba del Embudo V.....	38
Figura 10: Ensayo para consistencia en refuerzo denso.....	39
Figura 11: Sistema entre pisos en losas.....	41
Figura 12: Sistema convencional en la construcción .....	42
Figura 13: Sistema constructivo tradicional.....	42
Figura 14: Sistema constructivo de panales constructivos.....	43
Figura 15: Sistema constructivo de madera .....	43
Figura 16: Sistema constructivo de módulos prefabricados.....	43
Figura 17: Análisis estructural en las losas .....	45
Figura 18: Análisis estructural en vigas .....	45
Figura 19: Columna en la construcción de un colegio .....	46
Figura 20: Diseño de placas en el análisis estructural.....	47
Figura 21. Hoja de registro de información sobre las características de los agregados. ....	56
Figura 22. Ficha de recopilación de datos de los ensayos de resistencia a la compresión.....	56
Figura 23: Cambios en los valores de peso unitario del concreto autocompactante .....	68
Figura 24: Variación en los resultados del tiempo de aire contenido en el concreto autocompactante.....	70
Figura 25: Diferencia en los resultados de la consistencia del concreto autocompactante ....	71
Figura 26: Variación de los resultados de la consistencia a lo largo del tiempo en el concreto autocompactante.....	72
Figura 27: Variación de la resistencia a compresión a los 7 días.....	73
Figura 28: Variación de la resistencia a compresión a los 14 días.....	74

Figura 29: Variación de la resistencia a compresión a los 28 días.....	75
Figura 30: La variación en la resistencia a la flexión a los 7 días se presenta a continuación.	77
Figura 31: Variación de la resistencia a flexión a los 14 días.....	78
Figura 32: Variación del MR a los 28 días.....	79
Figura 33: Análisis de normalidad .....	80
Figura 34: Resultados de la prueba de Kruskal - Wallis .....	81
Figura 35: Evaluación de la normalidad de los datos de consistencia del concreto autocompactante .....	82
Figura 36: Prueba de Kruskal-wallis para datos de consistencia del concreto autocompactante .....	83
Figura 37: Se lleva a cabo la evaluación de la normalidad para los datos de resistencia a la compresión del concreto autocompactante.....	84
Figura 38: Resumen de prueba de hipótesis de datos de resistencia la compresión del concreto autocompactante.....	85
Figura 39: Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la flexión del concreto autocompactante.....	86
Figura 40: Resumen de la prueba de hipótesis de los datos de resistencia a la flexión del concreto autocompactante. ....	87

## RESUMEN

La presente investigación aborda la evaluación de las propiedades del concreto autocompactante en su estado fresco y endurecido al integrar fibra de poliestireno en losas aligeradas. Se plantea como interrogantes principales: ¿Cuáles son los efectos de la incorporación de fibra de poliestireno en el concreto autocompactante en su estado fresco y endurecido para losas aligeradas? El propósito general es evaluar las propiedades del concreto autocompactante en ambos estados al emplear fibra de poliestireno en losas aligeradas. Se formula la hipótesis de que la inclusión de fibra de poliestireno mejora de manera significativa las propiedades del concreto autocompactante en losas aligeradas tanto en su estado fresco como endurecido. El enfoque metodológico es de naturaleza aplicada, con un nivel correlacional y un diseño de investigación cuasi-experimental. Se utiliza un método de investigación cuantitativo. Los resultados indican que la dosificación óptima de poliestireno es del 1%, lo que conduce a una resistencia a la flexión del 54.75%. Además, se observa un aumento del 6% en la resistencia a la compresión, alcanzando un valor de  $f'c = 259.49 \text{ kg/cm}^2$  en comparación con el  $f'c$  de diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . La capacidad de flujo del concreto con un 1% de poliestireno en la caja L es de 0.85, lo que indica que mantiene su característica autocompactante, mientras que agregar más EPS disminuye esta capacidad.

**PALABRAS CLAVES:** Concreto autocompactante, fibra de poliestireno, losa aligerada.

## ABSTRACT

In this thesis, the general problem has been posed: What are the results of the evaluation of the properties of self-compacting concrete in a fresh and hardened state incorporating polystyrene fiber for lightened slabs? General objective: Evaluate the properties of self-compacting concrete. in a fresh and hardened state incorporating polystyrene fiber for lightened slabs, and the general hypothesis: The properties of self-compacting concrete in a fresh and hardened state present notable results when incorporating polystyrene fiber for lightened slabs. I use an applied methodology, correlational level, quasi-experimental research design, the research method is quantitative, it was concluded: Presenting the best results with a dosage of 1% polystyrene, it achieves the best flexural resistance of 54.75%, As for the compressive strength, it increases by 6% with  $f'_c = 259.49 \text{ kg/cm}^2$  for a design  $f'_c$  of  $210 \text{ kg/cm}^2$ , the flow capacity of the concrete with 1% in the box L is of 0.85, maintaining its self-compacting concrete capacity by obtaining a value greater than 0.80, while adding more EPS stops being self-compacting.

**KEY WORDS:** Self-compacting concrete, polystyrene fiber, lightweight slab.

# INTRODUCCIÓN

En este estudio, se plantea la pregunta principal sobre los efectos de la incorporación de fibra de poliestireno en el concreto autocompactante, tanto en su estado fresco como endurecido, para losas aligeradas. El objetivo general es evaluar las propiedades de este tipo de concreto bajo estas condiciones. La investigación sigue un enfoque cuantitativo y aplicado, con un nivel correlacional y un diseño cuasi experimental.

El desarrollo de la investigación se estructura de la siguiente manera para facilitar su comprensión:

Capítulo I: Se aborda el planteamiento del problema, incluyendo el problema general, los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos, la justificación y las delimitaciones de la investigación.

Capítulo II: Se presentan los antecedentes internacionales y nacionales, así como las bases teóricas o científicas y el marco conceptual que sustentan el estudio.

Capítulo III: Aquí se expone la hipótesis general, las hipótesis específicas, y se define operativamente y conceptualmente las variables de la investigación.

Capítulo IV: Se describe la metodología empleada, incluyendo el tipo de investigación, el nivel, el diseño, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como las técnicas de procesamiento y análisis de datos, además de aspectos éticos.

Capítulo V: Se presentan los resultados obtenidos, incluyendo el diseño tecnológico, la descripción de los resultados y la contrastación de las hipótesis planteadas.

Capítulo VI: Aquí se realiza el análisis y discusión de los resultados, relacionándolos con los antecedentes encontrados. Se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, matriz de consistencia y anexos que contienen documentación relevante para la investigación.

Bach. Chinchay Reynoso, Marwy Shayury

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional, el crecimiento de las ciudades inicio el proceso de construcción de una gran cantidad de edificaciones, afloraron problemas durante el proceso de construcción reflejado en el concreto en estado endurecido como espacios vacíos, cangrejeras y demás patologías en elementos estructurales como: hospitales, puentes, centros educativos y edificaciones empleadas como viviendas.

Se identifico gran cantidad de fallas como cangrejeras, desmoronamiento y oxidación de refuerzos del concreto por la dificultad de cubrir los espacios de toda el área de encofrado de los espacios las alejados o de las áreas más estrechas. Fernandez (2023)

A nivel nacional en el Perú, en Juliaca se identificó una gran patología del concreto en diversas edificaciones de la ciudad, caso esencial de viviendas informales en los que incide las temperaturas frías, la presencia de materiales químicos contaminantes, un mal diseño o una falta de plasticidad del concreto lo que ocasiona una baja resistencia en el concreto, por presencia de sales superficiales como un resultado de contaminación química. Además, por falta de realizar un proceso de vibración para reducir el contenido de aire genera un gran porcentaje de vacíos y en consecuencia exposición del acero de refuerzo. Apaza (2020)



**Figura 1:** Gran cantidad de refuerzo de acero en losas de concreto

**Nota:** “Diseño de un concreto autocompactante”, por Rabanal y Su Chaquí (2017)



**Figura 2:** Cangrejeras en columnas y placas de edificaciones

**Nota:** Tomado de “Seguridad para construir edificaciones sísmicas " construcciones en concreto armado””, por (Ottazzi, 2022)

A nivel local en la ciudad de Huancayo gran cantidad de viviendas muestra presencia de segregación en sus elementos de concreto tales como: losas, columnas y placas ubicadas en ambientes como estacionamientos, sótanos, escaleras, etc.

Para abordar los desafíos derivados de la baja resistencia del concreto, se propone como una opción viable incorporar fibra de poliestireno durante la mezcla, lo que contribuye a mejorar su capacidad para resistir tensiones y flexiones.

## 1.2. Delimitación del problema

### 1.2.1. Delimitación espacial

La presente investigación se ejecutará en la construcción de losas aligeradas en la provincia de Huancayo, departamento de Junín.



### **1.2.2. Delimitación temporal**

La presente investigación se desarrollará entre los meses de agosto a diciembre del año 2021.

### **1.2.3. Delimitación económica**

En lo general el presupuesto del financiamiento es de los ensayos y la adquisición de fibra de poliestireno como aditivo, está totalmente financiado por el investigador.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuáles son los resultados de la evaluación de las propiedades del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo incide el contenido de aire del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas?
- b) ¿Cuánto varía la consistencia del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas?
- c) ¿De qué manera cambia la resistencia a la compresión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas?
- d) ¿Qué resultados presenta la resistencia a la flexión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas?

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Justificación social**

Según Blanco y Villalpando (2012), Cada estudio debe poseer una pertinencia social que lo haga significativo para la comunidad, manifestando su capacidad de tener un impacto o influencia en la sociedad.

La presente investigación se justifica de manera social ya que los resultados que se obtienen podrán ser usados en los proyectos de la Provincia de Huancayo mejorando así la calidad de vida de la población.

#### **1.4.2. Justificación teórica**

Según Blanco y Villalpando (2012), La justificación teórica está vinculada al interés del investigador por profundizar en los enfoques teóricos relacionados con el problema en cuestión, con el objetivo de avanzar en el conocimiento dentro de una línea de investigación específica.

En este caso, se justifica mediante la aplicación de una nueva concepción tecnológica o un modelo constructivo basado en la normativa 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en el ámbito de la ingeniería civil. Se reconoce que la tecnología convencional empleada hasta ahora no garantiza la seguridad de las edificaciones. Por tanto, el propósito es aplicar la normativa para desarrollar diseños de mayor resistencia que cumplan con los estándares de seguridad y durabilidad requeridos.

#### **1.4.3. Justificación metodológica**

Según Blanco y Villalpando (2012), La justificación metodológica de una investigación se establece cuando se propone o se ejecuta un nuevo enfoque o estrategia que facilita la obtención de conocimientos válidos y fiables.

La presente investigación se justifica de manera metodológica ya que los resultados que se obtienen serán de ayuda a los profesionales e investigadores de la Provincia de Huancayo, para su posible aplicación en el desarrollo de futuros proyectos.

### **1.5. Objetivos de la investigación**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Evaluar de las propiedades del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar la incidencia del contenido de aire del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.
- b) Identificar la variación de la consistencia del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.
- c) Analizar el cambio de la resistencia a la flexión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.
- d) Determinar los resultados de la resistencia a la flexión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Palomino (2018) Presentó su trabajo de tesis de pregrado bajo el título "Comparación de la autoconstrucción de edificaciones utilizando concreto autocompactante con aditivo superplastificante versus concreto convencional en la ciudad de Abancay". Su objetivo principal fue analizar la eficacia del concreto autocompactante en comparación con el concreto convencional en proyectos de autoconstrucción en Abancay. La metodología empleada fue de carácter descriptivo y explicativo. Como resultado, se observó que el concreto convencional, especialmente el tipo B con asentamientos de 6" – 7", mostró una mejor trabajabilidad y resistencia, siendo recomendado para proyectos de autoconstrucción. Además, se compararon las proporciones de materiales utilizando el método ACI y el método de agregado global, concluyendo que este último proporciona una mayor trabajabilidad en el concreto en comparación con el método ACI.

Najarro (2019) Presentó su trabajo de tesis de pregrado titulado "Análisis de la resistencia estructural de losas aligeradas con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizadas en edificaciones, Lima – 2019". Su objetivo principal fue evaluar la resistencia estructural de las losas aligeradas construidas con ladrillo convencional y ladrillo utilizado en edificaciones, con

el fin de determinar cuál de estos sistemas es más eficiente en términos de resistencia y productividad. La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, aplicada y de nivel explicativo causal, donde se compararon las resistencias de las losas aligeradas mediante un diseño experimental. Como conclusión, se encontró que el peso de la losa aligerada con ladrillo compuesto es menor que la convencional, lo que resulta en deflexiones y momentos flectores menores debido a la reducción del peso propio. Sin embargo, el área de acero es el mismo en ambos casos, lo que sugiere que ambas losas aligeradas tienen resistencias similares. Además, se encontró que el peso de la losa aligerada con ladrillo compuesto es un 8.85% menor en comparación con la losa aligerada con ladrillo convencional, y las deflexiones varían entre el 2% y el 5.4%. Se verificó que los resultados cumplan con los parámetros de flechas máximas establecidos por la norma E 020. En términos de costo, se obtuvo un ahorro del 9.10% en el precio total de la losa aligerada con ladrillo convencional.

Mendoza (2020) presentó la tesis de posgrado **título:** “Diseño de losas aligeradas con viguetas prefabricadas: solución de casos especiales”, el cual fijó como **objetivo general:** El objetivo central está enfocado principalmente al caso de losas aligeradas bidireccionales y de luces amplias, para ello se dará conocer paso a paso el proceso de conversión de una losa convencional a una losa prefabricada de alma abierta Alitec, desde la llegada de los planos para su metrado y cotización, hasta su conversión total y posterior visado por el calculista original, empleando la **metodología:** en su metodología será de tipo aplicada con nivel explicativo de un enfoque cuantitativo, llegando a la **conclusión:** Que la conversión al sistema Alitec de una losa bidireccional, resulta práctica por la relación que existe entre sus cargas y sus luces elevado a la cuarta, porque con este método se obtienen las sobrecargas (CV y CM) en las dos direcciones de la losa bidireccional, permitiendo analizar la losa en cada dirección como si fuera un sistema simplemente apoyado, como también obtuvo un **resultado:** Una losa aligerada unidireccional en el sistema convencional es 0.77 kg/ m<sup>2</sup> ó 0.27% más pesado que en el sistema prefabricado Alitec y de forma que una losa aligerada bidireccional en el sistema convencional es 8.38 kg/m<sup>2</sup> ó 2.56% más ligero que en el sistema prefabricado Alitec.

Córdova (2021) Presentó su trabajo de tesis de pregrado titulado "Propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021". Su objetivo principal fue determinar la variación en las propiedades físicas del CAC en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021. La metodología utilizada fue de tipo aplicada con un enfoque explicativo- correlacional. Como resultado del análisis inferencial, se encontró que las diferentes dosificaciones del aditivo incorporador de aire (0 kg/cm<sup>3</sup>, 0.012 kg/m<sup>3</sup>; 0.014 kg/m<sup>3</sup>, 0.015 kg/cm<sup>3</sup> y 0.017 kg/cm<sup>3</sup>) obtuvieron los valores de contenido de aire o también llamado aire atrapado presentados a continuación 3.20% (Patrón D01-SCC), 6% (Aire SCC-001), 7% (Aire SCC-002), 8% (Aire SCC-003) y 9% (Aire SCC-004). Ante ello, el asentamiento se incrementa de 610 mm a 780 mm, disminuye el tiempo de descarga (la viscosidad) desde 4.78 s a 2.61; se llega a la conclusión de que el CAC con aditivo incorporador de aire tiene variedad de aplicaciones como en los elementos como niveles de refuerzo, complejidad de la formas, profundidad, importancia del acabado superficial, longitudes, espesores, contenido de agregado grueso y energía de colocación.

Cayatopa, Córdova y Vega (2022), Presentó su tesis de posgrado titulada "Desarrollo de Concreto Autocompactante utilizando Aditivo Superplastificante Sika Plast 306 y Cenizas Volantes". El objetivo principal fue diseñar un concreto autocompactante incorporando 1% de aditivo superplastificante Sika Plast 306 y 5%, 10%, y 15% de cenizas volantes respecto al peso del cemento en condiciones de laboratorio, con el propósito de satisfacer la demanda de estructuras que requieren concreto con altas resistencias y buena trabajabilidad. La metodología empleada fue de tipo cuantitativa, con un diseño experimental. Como conclusión, se encontró que es posible obtener una mayor trabajabilidad y altas resistencias al añadir el aditivo Sika Plast junto con cenizas volantes, siendo la dosificación óptima la adición del 10% de cenizas volantes, recomendando su uso en concretos que requieran estas características. Se verificó que todos los concretos elaborados cumplieron con los parámetros de un concreto autocompactante, y se observó que la resistencia a la compresión máxima fue alcanzada por el concreto con 15% de cenizas volantes, con un valor

promedio de 432.36 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la mínima fue del concreto patrón, con un valor de 302.03 kg/cm<sup>2</sup>.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Torres y Arias (2019) Presentó su trabajo de tesis de pregrado titulado "Análisis del Comportamiento de Losas Aligeradas de Hormigón Convencional y con Incorporación de Poliestireno Expandido". Su objetivo principal fue comparar el comportamiento del hormigón convencional con el hormigón que contiene un porcentaje de poliestireno expandido en su mezcla, con el fin de establecer una dosificación adecuada para el diseño de un concreto aligerado. La metodología empleada fue de tipo experimental. Como conclusión, se encontró que a medida que aumenta el porcentaje de poliestireno expandido en la mezcla con arena, se obtiene un hormigón muy liviano, pero con una resistencia baja, siendo el modelo de diseño investigado de 240 kg/cm<sup>2</sup>. Se observó que al comparar las losas aligeradas de hormigón convencional de 240 kg/cm<sup>2</sup> con las que contenían un 2% de perlas de poliestireno expandido sustituyendo la arena, se alcanzó una resistencia de 181.41 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una diferencia de 58.59 kg/cm<sup>2</sup> según el modelo de diseño de hormigón armado en el sistema tradicional.

Silva, Valencia y Delvasto (2018) Presentó su trabajo de tesis de pregrado titulado "Concreto Autocompactante con Alto Contenido de Subproductos de la Combustión del Carbón", donde el objetivo principal fue evaluar las propiedades de este tipo de concreto utilizando subproductos de la combustión del carbón, como la ceniza volante (CV) y la escoria de parrilla (E), en mezclas sustituyendo el cemento en un 35% y 50% respectivamente. La metodología utilizada fue de tipo cuantitativa, con un diseño experimental. Como conclusión, se observó que las mezclas con escoria mostraron un buen desempeño en los ensayos mecánicos a diferentes edades de curado (7, 14, 28, 90 y 180 días). Se encontró que los concretos autocompactantes con escoria a los 28 días de curado superaron en más del 40% la resistencia a la compresión establecida en el diseño (35 MPa), mientras que el concreto autocompactante con un 50% de ceniza volante se acercó a esta resistencia. Esto se atribuye a que el concreto autocompactante con ceniza volante tiene una mayor relación agua/fino, y las

reacciones puzolánicas para la adición de ceniza volante ocurren a edades más avanzadas.

Romero (2018) Presentó su trabajo de tesis de pregrado titulado "Análisis de Hormigones Autocompactantes Utilizando Residuos Industriales como Material de Relleno", donde el objetivo principal es estudiar la viabilidad técnica de utilizar finos residuales de origen industrial, como los residuos de granulometría fina provenientes del proceso de secado y calentamiento del árido utilizado en la fabricación de mezclas bituminosas calientes (RF), en la fabricación de hormigones autocompactantes. La metodología empleada se caracteriza por un enfoque cuantitativo de nivel explicativo, y llegó a la **conclusión:** Se realizó un estudio comparativo de cuatro tipos de SCC, en el que se evaluaron los efectos de las cantidades de agregados gruesos y finos, y rellenos en estado fresco (autocompactantes) y estado endurecido (estructura porosa, comportamiento mecánico y durabilidad) fueron analizado dando un **resultado:** Estos resultados se ajustan a la relación agua-cemento y permeabilidad de las mezclas porque estos parámetros juegan un papel importante en la contracción por secado, además que los resultados al evaluar la consistencia del concreto autocompactante, con la adición de residuos industriales obtuvo la consistencia del concreto de 0.65 cm y 0.72 cm mientras que en el concreto convencional la consistencia le resulto 0.58 cm.

Palencia (2020), presentó su trabajo de tesis de posgrado titulado "Análisis de las Propiedades en Estado Fresco de un Concreto Autocompactante con Incorporación de Polietileno de Alta Densidad Recuperado en Forma Granulada", donde el objetivo principal fue evaluar las propiedades en estado fresco de un concreto autocompactante que incluye polietileno de alta densidad recuperado en forma granulada. La metodología utilizada fue de tipo aplicada con un enfoque explicativo. Como conclusión, se encontró que el concreto autocompactante modificado con PEAD presenta las propiedades comunes de este tipo de concreto según las normas establecidas en los ensayos realizados. Además, se observó que la adición de PEAD no afecta negativamente la reología del concreto, por lo que es viable su uso en concreto autocompactante dentro de los parámetros establecidos en la investigación. Además, se observó que las mezclas autocompactantes, los concretos sin adición de PEAD, presentan cierto



bloqueo, con los concretos que contienen un 12% de PEAD mostrando el bloqueo mínimo y aquellos con 10% y 8% de PEAD presentando un bloqueo máximo. Sin embargo, en todas las mezclas, el índice de estabilidad visual es estable, lo que sugiere que es necesario aplicar energía de colocación, como la vibración, durante el proceso de colocación del concreto.

Martínez (2021) presentó su trabajo de tesis de posgrado titulado "Análisis del Uso de Áridos Reciclados de Hormigón en la Fabricación de Hormigones Autocompactantes y Morteros de Cemento", donde el objetivo principal fue promover una economía circular mediante la incorporación de áridos reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) en la producción de hormigones y morteros. En la actualidad, existe un marco legislativo que respalda y promueve la reutilización de residuos, lo que ofrece numerosas ventajas económicas y ambientales para la sociedad. La industria de la construcción se presenta como un contexto ideal para utilizar residuos industriales difíciles de reciclar, dado su alto consumo de materias primas. La metodología aplicada en este estudio fue de tipo aplicada con un nivel explicativo. Como conclusión, se observó mediante análisis microestructurales que los productos de hidratación en las mezclas con un 50% de áridos reciclados a los 28 días son similares a los obtenidos en mezclas convencionales de hormigón. Además, se encontró que las zonas de transición entre fases para ambos tipos de áridos son similares, lo que coincide con los resultados mecánicos obtenidos. Un resultado adicional lograr el mismo escurrimiento en todos los morteros, fue necesario agregar un porcentaje extra de agua de amasado. Por ejemplo, para lograr un escurrimiento de  $134 \pm 4$  mm, el mortero de control se fabricó con una relación agua/cemento (A/C) de 0.42, mientras que los morteros con un reemplazo del 25%, 50% y 100% de áridos reciclados requirieron relaciones A/C de 0.50, 0.54 y 0.62, respectivamente. Esto indica que el mortero con un 100% de reemplazo necesita un 52% más de agua de amasado para lograr la misma consistencia y trabajabilidad que el mortero de control.

## **2.2. Bases teóricas o científicas**

### **2.2.1. Fibras de poliestireno**

De acuerdo con Mondragón (2020) El poliestireno es un agregado liviano artificial obtenido mediante la expansión de materiales de espuma de poliestireno a través de tratamientos químicos o procesos de vapor a altas temperaturas. Este polímero reciclable tiene una amplia gama de aplicaciones, incluyendo la fabricación de envases para aislamiento acústico, protección de bienes de consumo duraderos y en la industria de la construcción. El poliestireno es fácilmente reciclable mediante el aumento de la temperatura, lo que permite obtener nuevos materiales para su uso en la construcción.

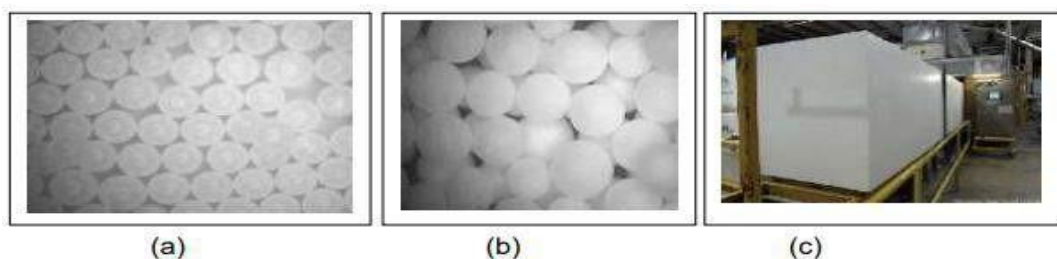
**Tabla 1:** Los estándares máximos de densidad aparente suelta en seco para áridos ligeros utilizados en concretos estructurales.

Designación de tamaño	Máxima densidad suelta seca (kg/m <sup>3</sup> )
Árido fino	1120
Árido grueso	880
Combinación de árido fino y grueso	1040

Nota: ASTM, 2014

### 2.2.1.1. Proceso de manufacturación de las fibras de poliestireno

De acuerdo con Pérez et al. (2016) El poliestireno expandido, originado a partir de una sustancia conocida como estireno, exhibe inicialmente una consistencia semiviscosa y se presenta en forma de esferas plásticas. La fabricación del poliestireno expandido implica expandir estas esferas en forma de espuma mediante calor, típicamente mediante vapor. Este proceso de polimerización llena el poliestireno con innumerables bolsas de aire, lo que facilita su expansión y lo convierte en un material de baja conductividad térmica.



**Figura 3:** El proceso de producción del poliestireno expandido implica las siguientes etapas: (a) Utilización del estireno como materia prima; (b)

*Espumación del estireno; (c) Formación de bloques de EPS (poliestireno expandido).*

**Nota:** Lin et al., 2010; Stark, Barlett y Arellano, (2012)

### **2.2.1.2. Funciones de la fibra de poliestireno**

Según Pérez et al. (2016) con las fibras de poliestireno se dividen en:

**Aislamiento térmico:** Es la gran cantidad de aire (98% aproximadamente) es un aislante.

**Relleno de peso ligero:** El material de poliestireno en particular puede tener una densidad tan mínima como  $10 \text{ kg/m}^3$ , que es menos que 1% de los suelos y rocas.

**Transmisor de fluidos:** Llega a ser totalmente permeable si el producto final se forma o se corta de tal manera que contenga vacíos o canales para que fluyan los líquidos.

**Amortigua vibraciones:** Es la elevada relación de rigidez con respecto a la densidad que hace que el poliestireno amortigüe vibraciones de pequeña amplitud y ruido producido por los motores de vehículos.

### **2.2.1.3. Ventajas y desventajas del poliestireno**

A continuación, se enumeran algunas de las ventajas y desventajas del poliestireno según Pérez et al. (2016):

Ventajas:

- Posee un bajo peso volumétrico.
- Tiene un módulo dinámico bajo.
- Se presenta en bloques, lo que facilita su manipulación.
- En aplicaciones en carreteras, se coloca a una profundidad mínima de 0.5 m para protegerlo de daños causados por insectos.
- Debido a su alta proporción de aire, actúa como un material aislante.
- Es resistente a los efectos ambientales.
- No es resistente a productos derivados del petróleo o a diferentes productos químicos.
- No produce lixiviación.
- Puede ser reciclado por completo.

#### **2.2.1.4. Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de poliestireno**

Las propiedades evaluadas de un material se encuentran en relación con los parámetros reales de trabajo. Seguidamente se enumeran las propiedades del poliestireno ya evaluadas y presentadas como lo mencionan los autores Pérez et al. (2016):

##### **a) Densidad**

La densidad es una de las características del poliestireno que lo hace atractivo como un relleno ligero debido a su baja densidad, la cual oscila entre 12 kg/m<sup>3</sup> y 48 kg/m<sup>3</sup>. (2016 pág. 8)

##### **b) Absorción**

Es aquel peso muerto de los bloques que sean localizados por arriba de aguas freáticas, esté basado en la densidad seca del bloque, y los bloques en la vecindad del nivel de aguas freáticas estén basado e su densidad de 50 a 70 kg/m<sup>3</sup>. (2016 pág. 9)

##### **c) Comportamiento esfuerzo-deformación**

La respuesta frente a cargas estáticas es de gran importancia, y se aplicó una carga con una velocidad del 10% por minuto. Se observó inicialmente que en ningún momento la muestra experimentó una falla completa, como suele ocurrir comúnmente con suelos o rocas. (2016 pág. 10)

##### **d) Comportamiento esfuerzo-deformación bajo carga cíclica**

Es particularmente crucial cuando se trata de pavimentos, ya que la carga principal que enfrentan estas estructuras es el tráfico que ejerce cargas dinámicas. (2016 pág. 11)

### **2.2.2. Concreto**

#### **2.2.2.1. Componentes del concreto**

El concreto es una mezcla de cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua. El cemento se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la fusión insipiente de materiales calcáreos y arcillosos.

El agregado fino o arena debe ser durable, fuerte, limpio, duro y libre de materias impuras como polvo, limo, pizarra, álcalis y materias orgánicas Teodoro (2005)

El agregado grueso o piedra está constituido por rocas graníticas, dioríticas y sieníticas. Puede usarse piedra partida en chancadora o grava zarandeada de los lechos de los ríos o vacimientos naturales.

El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. En general, el agua potable es adecuada para el concreto. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para manejar la trabajabilidad de la mezcla. Teodoro (2005)

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada) para formar una masa semejante a una roca. Kosmatka y Panarese, (1992)

#### **2.2.2.2. Propiedades del concreto**

La facilidad de trabajo es una cualidad crucial en numerosas aplicaciones del concreto.

En esencia, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad.

En la prueba de revenimiento se coloca un espécimen o probeta de la mezcla en un molde de forma troncocónica, de 12 pulg de altura, con base de 8 pulg y parte superior de 4 pulg de diámetro. (Especificación ASTM C 143, 2019)

Cuando se quita el molde se mide el cambio en la altura de la probeta. Cuando la prueba se efectúa de acuerdo con la especificación ASTM, el cambio en la altura se considera como revenimiento. Troxell, (1968 pág. 56)

Trabajabilidad es la facilidad de colocar, consolidar y acabar al concreto recién mezclado. El concreto debe ser trabajable pero no se debe segregar ni sangrar excesivamente. Kosmatka y Panarese, (1992).

La durabilidad es otra importante propiedad del concreto. El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los

daños por intemperie sufridos por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. Troxell, (1968 pág. 56)

La impermeabilidad es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades después de la evaporación y, si están interconectados, el agua puede penetrar o atravesar el concreto. Troxell (1968 pág. 58)

El cambio en volumen es otra característica del concreto que se debe tener en cuenta. La expansión debida a las reacciones químicas entre los ingredientes del concreto puede ocasionar pandeo y la contracción al secarse puede ocasionar grietas. Waddell (1968)

La resistencia es una propiedad del concreto que, que casi siempre, es nativo de preocupación. Por lo general, se determina por la resistencia final de una probeta en compresión; pero, en ocasiones por la capacidad de flexión o de tensión.

Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad. Waddell (1968)

Resistencia a la compresión se define como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial.

Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado a una edad de 28 días y se le designa con el símbolo  $f'_c$ . Kosmatka y Panarese, (1992)

El escurrimiento plástico es una deformación que ocurre con carga constante durante largo tiempo. La deformación del concreto continúa, pero con una rapidez que disminuye con el tiempo. Es, más o menos, proporcional al esfuerzo con cargas de trabajo y aumenta cuando se incrementa la proporción agua-cemento; disminuye cuando aumenta la humedad relativa. Orchard (1976 pág. 54)

El peso por pie cúbico del concreto con arena y agregado normales de unas 145 lb. Puede ser un poco menor, si el tamaño máximo del agregado grueso es menor de 1 ½ pulg. Orchard, (1976 pág. 55)

El Peso unitario del concreto convencional, empleado normalmente en pavimentos, edificios y en otras estructuras, es de 2, 240 a 2, 400 kg por metro cúbico. Kosmatka y Panarese, (1992)

La Hermeticidad se refiere a la capacidad del concreto de refrenar o retener el agua sin escapes visibles. Kosmatka y Panarese, (1992)

La Permeabilidad se refiere a la cantidad de migración de agua a través del concreto cuando el agua se encuentra a presión, o a la capacidad del concreto de resistir la penetración de agua u otras sustancias. Kosmatka y Panarese, (1992)

### 2.2.2.3. Tipos de cementos

El cemento portland es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua, endurece y conserva su resistencia y estabilidad, incluso bajo el agua. A este proceso se le conoce como hidratación.

En la superficie de cada partícula se forma una capa fibrosa que se propaga hasta que se enlaza con la de otra partícula de cemento o se adhiere a las sustancias adyacentes. El crecimiento de las fibras resulta en rigidización, endurecimiento y desarrollo progresivo de resistencia.

Cuando se añade a los agregados (como arena, grava, piedra triturada o cualquier otro material granular), funciona como un agente adhesivo que los une para crear concreto, el material de construcción más versátil y ampliamente utilizado en el mundo.



*Figura 4: Tipos de cementos*

**Nota:** Tipos de cementos-MN Del Golfo

### 2.2.2.4. Mezcla de concreto

El proceso de selección de los adecuados agregados para el concreto, determinando cantidades y requerimientos específicos de manejabilidad,

resistencia y dureza Actualmente se usa mezclas diseñadas para cuyas especificaciones existen valores límite respecto a un rango de propiedades que deben cumplirse.

Estas son la relación máxima de agua/cemento, el contenido mínimo de cemento, la resistencia mínima, la manejabilidad mínima, el tamaño máximo del agregado y el contenido de aire dentro de los límites especificados. Para lograr características específicas de la mezcla se debe determinar la cantidad de los agregados por conocer propiedades del concreto fresco, propiedades mecánicas del concreto endurecido y la inclusión, exclusión o límites de agregados específicos.

Un cálculo adecuado del proporcionamiento del concreto debe poseer, al menos, las siguientes cualidades:

- FRESCO
  - Trabajabilidad
  - Resistente
- ENDURECIDO
  - Cohesión
  - Durable
  - Apariencia
- ECONÓMICO, Muciño Vélez, (2020 pág. 12)



**Figura 5:** Diseño de mezcla según normatividad

**Nota:** aceros Arequipa – mezcla de concreto



## 2.2.2.5. Diseño de mezcla

### 2.2.2.5.1. Componentes de un diseño de mezcla

- **Cemento**

Material de construcción que consiste en una sustancia en forma de polvo que, al mezclarse con agua u otras sustancias, genera una pasta suave que se endurece al contacto con el agua o el aire. Se utiliza para rellenar espacios o como aglutinante en la fabricación de bloques de concreto y en la elaboración de morteros. Rodríguez (2015)

- **Agregados**

- **Agregado fino**

Representa la mayor parte del peso del concreto en realidad. Este porcentaje típicamente excede el 60% del peso del concreto una vez fraguado y endurecido. La selección de un agregado para la producción de concreto debe cumplir con una serie de criterios, generalmente establecidos en normativas como el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), ASTM o NTP. Estos criterios suelen abarcar aspectos como la composición química, la distribución de tamaños de partículas, los coeficientes de forma y el tamaño de las partículas. Rodríguez (2015 pág. 38)

- **Agregado grueso**

El agregado grueso se compone de roca o grava triturada extraída de fuentes seleccionadas y previamente analizadas en laboratorio para asegurar su calidad. Se espera que el agregado grueso sea resistente, duro, limpio y sin recubrimiento de materiales extraños o polvo, los cuales deben eliminarse mediante métodos apropiados, como el lavado, si están presentes. Las partículas más pequeñas del agregado grueso de roca o grava triturada deben tener una forma generalmente cúbica y estar libres en su mayoría de

partículas delgadas, planas o alargadas de cualquier tamaño. Rodríguez (2015 pág. 38)

➤ **Agua**

Un líquido inodoro, insípido e incoloro, presente en la naturaleza en un estado mayor o menor de pureza, que conforma ríos, lagos y océanos, ocupando la mayor parte de la superficie terrestre y siendo esencial para la vida; compuesto por hidrógeno y oxígeno en la proporción de dos átomos de hidrógeno por cada átomo de oxígeno (H<sub>2</sub>O). Oxford, (2017 pág. 27).

Según Chanta (2020) El agua empleada en la elaboración y el curado del concreto debe ser preferiblemente potable. Según lo estipulado en la norma E.060, el uso de aguas no potables solo es aceptable si cumplen con los siguientes criterios:

- Estar limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan dañar al concreto, al acero de refuerzo o a los elementos embebidos.
- La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos realizados utilizando agua proveniente de la fuente seleccionada.

- **Análisis de agua en el concreto**

Los análisis de agua permiten lograr altas eficiencias en la elaboración del concreto asegurando su resistencia. Este tipo de ensayo puedes complementarlo con otros requerimientos que necesite tu proyecto, recuerda nuestra experiencia de casi 50 años en la realización de ensayos de materiales de la construcción. Chanta (2020)

A) Límites permitidos en la calidad de agua

✓ Cloruros	300 ppm
✓ Sulfatos	300 ppm
✓ Sales de magnesio	150 ppm

✓ Sales solubles totales	1500 ppm
✓ Ph	7 pH
✓ Solidos en suspensión	1500 ppm
✓ Materia orgánica	10 ppm

➤ **Aditivo**

- **Aditivo superplastificante**

Los aditivos para concreto son sustancias que pueden mejorar las características del material. Se utilizan para mejorar la manejabilidad y la capacidad de bombeo del concreto fresco, además de buscar mejoras significativas en la resistencia y la durabilidad del hormigón endurecido. SIKA, (2016)



**Figura 6:** Aditivo superplastificante

**Nota:** Catálogo de sika aditivo

➤ **Características / Ventajas**

Este aditivo ejerce su efecto a través de diversos mecanismos. Gracias a la absorción superficial y la acción espacial sobre las partículas de cemento durante el proceso de hidratación, se logran las siguientes características:

- Considerable reducción del agua y aumento de la cohesión, lo que lo hace apropiado para la producción de concreto autocompactante.
- Mejora significativa en la impermeabilidad.
- Reducción extrema del agua, lo que conlleva a una mayor densidad y resistencia.

- Excelente consistencia, lo que reduce considerablemente el esfuerzo requerido para su colocación y vibración.
- Mejora de la plasticidad y disminución de la contracción plástica.
- A dosis altas, mantiene la fluidez durante más de 2 horas (se recomienda realizar pruebas de diseño), si bien este tiempo puede variar según las condiciones ambientales y el tipo de cemento utilizado.
- Disminuye la carbonatación del concreto.
- Incrementa la durabilidad del concreto.
- Reduce la exudación y la segregación.
- Mejora la adherencia entre el concreto y el acero.

SIKA, (2016 pág. 27)

### 2.2.3. Concreto autocompactante

Es un tipo de concreto que se compacta por su propio peso, sin requerir vibración, gracias a su alta consistencia y cohesión. Esto facilita su colocación incluso en áreas de difícil acceso. Los concretos autocompactantes se elaboran con diseños de mezcla especiales, que incluyen agregados con granulometría específica y aditivos como reductores de agua de alto rango para mejorar la consistencia, así como modificadores de viscosidad que controlan la segregación y la exudación de la mezcla. Toxement (2019 pág. 2)

**Tabla 2:** Detalles de concreto autocompactante

Mezcla	Patrón	CACE 35%	CACE 50%	CACE 35%	CACE 50%
Material			(kg/m3)		
Cemento	550	357.5	275	327.5	275
Grava	800	800	800	800	800
Arena	871	871	871	871	871
Agua	198	198	198	209	209
Aditivo	6.6	5.8	5.5	6.0	5.8
a/c	0.36	0.36	0.36	0.38	0.39
Ceniza volante	---	---	---	192.5	275
Escoria	---	192.5	275	---	---

**Nota:** Concreto autocompactante que incorpora una cantidad significativa de subproductos generados por la combustión de carbón.

### **2.2.3.1. Beneficios del concreto autocompactante**

- Facilita una instalación más rápida, lo que conlleva a un ahorro tanto en tiempo como en costos.
- Posibilita la colocación del concreto en estructuras que están altamente reforzadas o tienen secciones muy limitadas.
- Elimina la necesidad de utilizar herramientas de compactación, lo que implica un ahorro en equipos y mano de obra especializada.
- Los acabados superficiales permiten la creación de concretos arquitectónicos con mínima o ninguna necesidad de reparaciones.
- Reduce los errores durante el proceso de colocación, disminuyendo así la necesidad de reparaciones posteriores. Toxement (2019 pág. 2)

### **2.2.3.2. Aplicaciones**

Hasta la fecha, se han llevado a cabo numerosas aplicaciones en todo el mundo para una amplia variedad de estructuras y elementos de concreto. Estas aplicaciones incluyen:

- Pisos: Ha sido utilizado en rampas, gradas y pavimentos de concreto, mostrando un buen rendimiento en estas aplicaciones.
- Losas armadas: Se ha aplicado principalmente en losas, especialmente aquellas reforzadas tradicionalmente, fundiendo monolíticamente las vigas y logrando un excelente colado en los nudos de los marcos (losa-viga-columna), áreas generalmente densamente armadas.
- Elementos modulares: Para elementos de concreto con solo algunos centímetros de espesor, el concreto autocompactante es muy adecuado debido a su capacidad para llenar perfectamente la formaleta.
- Elementos pretensados: Puede emplearse en vigas y otros elementos prefabricados.
- Muros densamente armados: En áreas con espacios reducidos, como viviendas y edificios, donde se utilizan muros de concreto armado de espesores mínimos, el concreto autocompactante se vuelve necesario debido a las dificultades de fundición.

- Revestimiento de túneles: Por la complejidad del colado del concreto, especialmente en estructuras con formas y refuerzos complejos, el concreto autocompactante es una elección adecuada.
- Puentes: Se han realizado trabajos en puentes como el puente suspendido AkashiKaikyo en Japón, donde se utilizó concreto autocompactante, lo que permitió reducir el tiempo de construcción.
- Rellenos de difícil acceso: En situaciones donde se requieren formas arquitectónicas complejas y superficies irregulares, el concreto autocompactante puede llenar los espacios de manera efectiva y proporcionar un acabado de alta calidad.



*Figura 7: Aplicación del concreto*

**Nota:** Diseño de mezcla para una losa

### 2.2.3.3. Métodos de prueba

Algunos de los ensayos empleados para evaluar la trabajabilidad del Concreto Autocompactante son: Toxement, (2019 pág. 5)

- La evaluación de la capacidad de flujo del Concreto Autocompactante a través de barras de refuerzo densamente colocadas se realiza mediante la Prueba de la Caja L. Esta prueba implica verter el concreto en una sección vertical, luego de abrir una compuerta, permitiendo que fluya hacia una sección horizontal atravesando las barras de refuerzo dispuestas en la interfaz entre las dos secciones. (pág. 5)



**Figura 8:** Prueba de la caja L

**Nota:** Concreto Autocompactante

- La Prueba del Embudo V se emplea para evaluar la capacidad del concreto para fluir en áreas de restricción. Se registra el tiempo que tarda en vaciarse el embudo, siendo deseable que para el Concreto Autocompactante este tiempo sea inferior a 8 segundos. (pág. 5)



**Figura 9:** Prueba del Embudo V

**Nota:** Concreto Autocompactante

- La prueba de consistencia en refuerzo denso implica el uso de una caja acrílica transparente que contiene numerosas varillas, simulando un refuerzo denso en la estructura. El concreto se vierte en un extremo y se observa cómo se acomoda la mezcla en la formaleta y alrededor de las barras para evaluar su consistencia. Toxement, (2019 pág. 5)



**Figura 10:** Ensayo para consistencia en refuerzo denso

**Nota:** Concreto Autocompactante

#### 2.2.3.4. Limitaciones

El concreto autocompactante representa una innovación notable en la industria de la construcción en las últimas décadas. Inicialmente concebido para abordar la escasez de mano de obra especializada, este tipo de concreto ha demostrado ser una opción ventajosa tanto desde el punto de vista técnico como económico, gracias a una serie de factores que incluyen:

- Disminución del requerimiento de mano de obra para la colocación.
- Mejora en la calidad superficial del producto final.
- Mayor facilidad en el proceso de colocación.
- Ampliación de las posibilidades de diseño estructural.
- Posibilidad de utilizar secciones de concreto más delgadas.
- Buen rendimiento mecánico y durabilidad de los elementos y estructuras.
- Ausencia de oquedades internas o grietas que puedan permitir la entrada de agentes dañinos.
- Reducción de costos y tiempos asociados con la colocación y el vibrado del concreto.
- Aceleración en la ejecución de las obras.
- Menor nivel de ruido durante el proceso de colocación.
- Mejora en las condiciones de seguridad laboral.



- Menor necesidad de herramientas y equipos especializados para la colocación del concreto.

#### **2.2.3.5. Ventajas**

La principal ventaja del concreto autocompactante radica en su capacidad para lograr una uniformidad estructural sin que el proceso de colocación tenga efectos adversos, como suele ocurrir con el concreto convencional. En este último, a pesar de contar con un alto revenimiento, no se puede garantizar que fluya adecuadamente por el refuerzo sin una consolidación adicional mediante medios mecánicos.

Sin embargo, el concreto autocompactante también presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas al implementarlo en obras en nuestro país. Estas limitaciones incluyen:

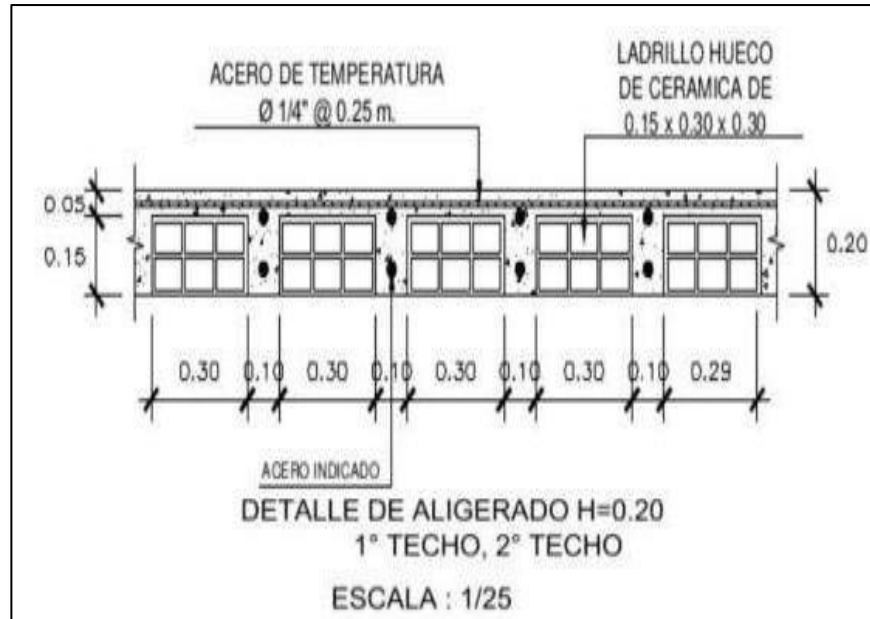
1. En los ensayos de laboratorio destinados al control de calidad del concreto autocompactante, aún no se han establecido parámetros estándar para cuantificar sus propiedades físicas.
2. Existe una disponibilidad limitada de información respecto al diseño y caracterización de la mezcla. En este sentido, la aplicación del concreto autocompactante se considera un objetivo a mediano plazo.

#### **2.2.4. Losas aligeradas**

Las losas aligeradas son estructuras monolíticas que presentan una disposición uniformemente separada de sus elementos superiores, los cuales actúan en una o dos direcciones ortogonales. Estas losas pueden contar con elementos de relleno que son de tipo permanente o reversible, como se observa en las losas nervadas.

Existen ciertas limitaciones geométricas que deben ser consideradas en relación con los rellenos permanentes, las cuales se detallan a continuación:

- a) Las nervaduras no deben tener una dimensión menor a 100 mm.
- b) La separación libre entre las nervaduras no debe exceder los 750 mm, expresado también como  $s < 750$  mm.
- c) El espesor de la losa de concreto sobre los rellenos permanentes no puede ser inferior a 40 mm ni menor que 1/12 de la distancia libre entre las nervaduras.



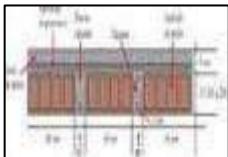
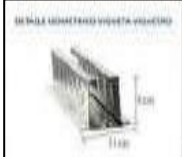


**Figura 11:** Sistema entre pisos en losas

**Nota:** diseño de una losa aligerada considerando sus sistemas de pisos de cada uno.

#### 2.2.4.1. Sistema entre pisos con losas aligeradas

La utilización predominante de las losas aligeradas se centra en la obtención de estructuras más livianas y rentables. Estas losas pueden ser de diversos tipos; por ejemplo, las losas macizas, que combinan acero y concreto, ofrecen la ventaja de reducir las cargas y, por ende, son elementos estructurales comunes en la construcción de edificaciones. IS 0.10, (2015)

**Tabla 3:** Clasificación de losas aligeradas

LOSAS ALIGERADAS			
Convencionales	Sistema de viguetas prefabricadas	Sistema de viguetas prefabricado pretensado	Alma llena tipo tralicho
			

**Nota:** Elaborado por autores de lima 2017

#### 2.2.4.2. Sistema constructivo convencional

Son aquellos sistemas donde se emplean materiales y/o procesos constructivos que están reglamentados por normas nacionales.

Son aquellas edificaciones que cumple con los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales y construcción, establecido en el reglamento nacional de edificaciones y en la norma técnica de edificaciones. El conjunto de elementos constructivos cuyo diseño supone características físicas y químicas.



*Figura 12: Sistema convencional en la construcción*

**Nota:** Clasificación de sistemas constructivos – 2019

#### 2.2.4.3. Tipos de sistemas constructivos

- Sistema constructivo tradicional o convencional



*Figura 13: Sistema constructivo tradicional*

**Nota:** Clasificación de sistemas constructivos – 2019

- Sistema constructivo de paneles constructivos



*Figura 14: Sistema constructivo de paneles constructivos*

**Nota:** Clasificación de sistemas constructivos – 2019

- Sistema constructivo de madera



*Figura 15: Sistema constructivo de madera*

**Nota:** Clasificación de sistemas constructivos – 2019

- Sistema constructivo de módulos prefabricados



*Figura 16: Sistema constructivo de módulos prefabricados*

**Nota:** Clasificación de sistemas constructivos – 2019

#### **2.2.4.4. Diseño de losa aligerada**

Según lixmath.losas, (2020) nos dice que estamos diseñando dos tramos únicamente entonces ya de esa manera quedarían definidos los coeficientes de esta forma no entonces la plantilla ya está programada para el cálculo según la cantidad de tramos que tengamos hasta cinco tramos como los acabo de mencionar aquí también tenemos pues la carga última que ya lo calculamos anteriormente de 636 puntos 80 por metro lineal no entonces aquí es como si tuviésemos pues la viñeta en un corte de la viñeta tenemos el apoyo a que es una viga obviamente en la pobre otra viga el apoyo de sus distancias para ello se forma una losa.

#### **2.2.4.5. Tipos de diseños**

- **Diseño mediante flexión:**

El concreto, al estar sujeto a cargas, es resistente a la compresión, pero frágil en tensión, lo que justifica la inclusión de refuerzo. En vigas sometidas a cargas externas, se generan momentos de flexión.

- **Diseño mediante corte:**

El esfuerzo cortante surge en varias circunstancias en las estructuras de concreto. En el cálculo de vigas, la atención se centra en las tensiones diagonales, que suelen acompañar al esfuerzo cortante. Las fallas por cortante suelen ser resultado de estas tensiones diagonales, y no tanto del propio esfuerzo de corte. El impacto de la fuerza cortante se analiza en elementos que experimentan simultáneamente momentos flexionantes, como es común, así como en presencia de carga axial.

#### **2.2.4.6. Análisis estructural**

##### **a) Losas:**

Las funciones principales de este componente son las siguientes:

La primera está relacionada con las cargas gravitatorias, ya que transfiere las cargas de la losa, el pavimento acabado, las cargas adicionales, los tabiques u otros elementos que se apoyan en ella hacia las vigas. La segunda función, vinculada a las cargas sísmicas, consiste en proporcionar unidad a la estructura para garantizar un comportamiento uniforme en cada piso. Esto se logra permitiendo que

las columnas y muros se deformen en la misma medida en todos los niveles.

Tipos de losas: Incluyen las losas macizas, las losas nervadas y las losas aligeradas. Blanco (1994 pág. 15)



**Figura 17:** *Análisis estructural en las losas*

**Nota:** diseño de una losa aligerada

#### **b) Vigas**

Las vigas desempeñan el papel de transferir la carga que la losa soporta hacia las columnas, muros o placas, y en conjunto con las columnas, forman los pórticos.

Las vigas pueden clasificarse como peraltadas o chatas según su altura. Las vigas peraltadas son aquellas que tienen un espesor mayor que la losa y pueden estar invertidas, lo que significa que sobresalen hacia la parte superior de la losa. Blanco (1994 pág. 25)



**Figura 18:** *Análisis estructural en vigas*

**Nota:** modelamiento estructural de vigas primarias y secundarias

### c) Columnas

Las columnas son elementos verticales diseñados para soportar las cargas de gravedad de la estructura, las cuales reciben a través de las vigas y las losas, y las transmiten hacia la cimentación.

Las columnas pueden tener diversas formas de sección, como circulares, cuadradas y rectangulares, siendo estas últimas las más comunes en la industria de la construcción debido a la simplicidad en la construcción del encofrado en comparación con otras secciones.

Blanco (1994 pág. 29)

La ubicación y definición de las columnas deben ser cuidadosamente planeadas teniendo en cuenta la disposición arquitectónica, ya que estas deben ser continuas desde el nivel superior hasta la cimentación para asegurar una adecuada transferencia de cargas.

Blanco (1994 pág. 29)



**Figura 19:** Columna en la construcción de un colegio

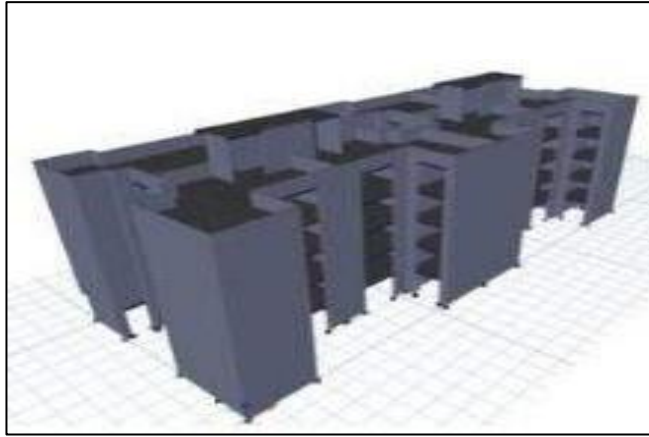
**Nota:** Construcciones del colegio buena aventura en Trujillo

### d) Placas

Las placas son elementos verticales que soportan cargas gravitatorias, sin embargo, se distinguen de las columnas por su forma asimétrica, con un lado considerablemente más ancho que el otro, lo que les confiere un comportamiento interno diferente. Poseen una alta rigidez lateral y resistencia en la dirección de su lado más ancho. Blanco (1994 pág. 29)

Estas placas son especialmente útiles para proporcionar estabilidad sísmica a las estructuras, ya que los pórticos por sí solos pueden ser insuficientes en este aspecto.

Al ubicar las placas, es importante considerar la simetría de la estructura para evitar generar un efecto torsional no deseado. Blanco (1994 pág. 29)



**Figura 20:** *Diseño de placas en el análisis estructural*

**Nota:** Análisis de placas a través del software Revit

#### **2.2.4.7. Análisis sísmico**

El comportamiento sísmico, inadecuado de las edificaciones tiene como causa principal daños en las estructuras, así como también la víctimas mortales y pérdidas económicas, para ello una edificación debe realizarse considerando principalmente un excelente diseño y análisis sísmico. Bernabé (2020 pág. 34)

Un buen comportamiento sísmico dependerá de los resultados obtenidos de un diseño sísmico en el cual se realiza la simulación de una edificación sometida a cargas sísmicas reales. Para que una edificación tenga un buen comportamiento sísmico deben diseñarse para soportar una aceleración máxima horizontal, la aceleración es expresada como un porcentaje de la aceleración de la gravedad. Bernabé (2020 pág. 40)



### 2.3. Marco conceptual

- a) **Autocompactante:** Característica de un elemento que le otorga la capacidad de auto-compactarse sin necesidad de intervención externa. Rabanal y Su Chaqui, (2017)
- b) **Concreto:** La combinación de distintos materiales con el fin de alcanzar un objetivo específico, que incluye agua, agregado fino, agregado grueso, cemento y, en caso necesario, la incorporación de algún aditivo. NTE, (2006 pág. 2)
- c) **Concreto autocompactable:** Es un concreto capaz de compactarse por acción de la gravedad que llena los encofrados y discurre entre las armaduras sin necesidad de aplicar medios de compactación internos o externos y manteniéndose, durante su puesta en obra, homogéneo y estable sin presentar segregaciones. Rabanal y Su Chaqui (2017)
- d) **Concreto armado:** Es hormigón armado u hormigón reforzado consiste en la combinación de dos materiales el concreto y el acero de refuerzo. Rabanal y Su Chaqui (2017)
- e) **Losa aligerada:** Son elementos estructurales importantes que deben ser diseñados y contruidos cuidadosamente. Rabanal y Su Chaqui, (2017)
- f) **Resistencia:** Es la capacidad que tiene el concreto de soportar una carga determinada por unidad de área, generalmente se expresa en kg/cm<sup>2</sup> o MPa según sea el sistema métrico utilizado. NTE, (2006 pág. 5)
- g) **Resistencia nominal:** La resistencia de un elemento o sección transversal estimada mediante las hipótesis y ecuaciones de resistencia del Método de Diseño por Resistencia, sin considerar ningún factor de reducción de la resistencia. Rabanal y Su Chaqui, (2017)
- h) **Segregación:** La separación de los materiales del concreto, causada por la falta de cohesión de la pasta de cemento y/o de la suspensión. Rabanal y Su Chaqui, (2017)
- i) **Viga:** Componente estructural cuya función principal radica en resistir principalmente fuerzas de flexión y compresión. Rabanal y Su Chaqui, (2017)

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

Las propiedades del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido presentan resultados notables al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.

##### **3.1.2. Hipótesis específica**

- a) El contenido de aire del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido aumenta al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.
- b) La consistencia del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido varía significativamente al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.
- c) La resistencia a la flexión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido cambia considerablemente al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.
- d) La resistencia a la flexión del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido presenta resultados favorables incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.

## 3.2. Variable

### 3.2.1. Definición conceptual de las variables

a) **Variable independiente (X)**

**Fibra de poliestireno**

De acuerdo con lo considerado por Mondragón (2020), la fibra de poliestireno se define como un material artificial resultado de la expansión de la espuma de poliestireno por un proceso de tratamiento químico o de procesos de vapor y de temperatura elevado, considerado como un buen aislante acústico y resistente.

b) **Variable dependiente (Y)**

**Propiedades del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido**

Dicho con palabras de Gonzáles, Verde y Romero (2005), el concreto autocompactante en su estado fresco muestra una gran consistencia y es resistente a efectos de segregación, describiéndose de forma general como una suspensión de partículas complejas, su consistencia es menor a comparación de un concreto normal caracterizándose así por la capacidad de paso, relleno y segregación.

### 3.2.2. Definición operacionalización de la variable

a) **Variable independiente (X)**

**Fibra de poliestireno**

La fibra de poliestireno se operacionaliza mediante sus dimensiones, que se detalla a continuación:

D1: Dosificación

D2: Contenido de absorción

D3: Tratamiento de la fibra

b) **Variable Dependiente (Y)**

**Propiedades del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido**

El concreto autocompactante en estado fresco y endurecido se operacionaliza mediante sus dimensiones, en las cuales se menciona a continuación:

D1: Contenido de aire

D2: Consistencia

D3: Resistencia a la compresión

D4: Resistencia a la flexión

### **3.2.3. Operacionalización de la variable**

**Tabla 4: Matriz de operacionalización de variables.**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTUMENTOS	ESCALA				
						1	2	3	4	5
<b>1: Variable Independiente</b> Fibra de poliestireno	De acuerdo con lo considerado por Mondragón Oblitas, (2020), la fibra de poliestireno se define como un material artificial resultado de la expansión de la espuma de poliestireno por un proceso de tratamiento químico o de procesos de vapor y de temperatura elevado, considerado como un buen aislante acústico y resistente.	La fibra de poliestireno se operacionaliza mediante sus dimensiones, que se detalla a continuación: D1: Dosificación D2: Contenido de absorción D3: Propiedades de la fibra	Dosificación	Optimo porcentaje	Porcentaje %		X			
			Contenido de absorción	Porcentaje de absorción	Fiola					
			Propiedades de la fibra	Mecánicas Térmicas	Ficha técnica		X			
<b>2: Variable Dependiente</b> Propiedades del concreto autocompactable en estado fresco y endurecido	Dicho con palabras de Gonzáles Morán, Verde Martínez, & Romero López, (2005), el concreto autocompactable en su estado fresco muestra una gran consistencia y es resistente a efectos de segregación, describiéndose de forma general como una suspensión de partículas complejas, su consistencia es menor a comparación de un concreto normal caracterizándose así por la capacidad de paso, relleno y segregación.	El concreto autocompactante en estado fresco y endurecido se operacionaliza mediante sus dimensiones, en las cuales se menciona a continuación: D1: Contenido de aire D2: Consistencia D3: Resistencia a la compresión D4: Resistencia a la flexión	Contenido de aire	% de vacíos	Ficha de recolección de datos		X			
			Consistencia	Trabajabilidad	Caja "L"		X			
					Embudo en "V"		X			
			Resistencia a la compresión	Carga máxima a compresión	Carga axial KN		X			
				Tipo de falla	Tipo de falla de rotura					
Resistencia a la flexión	Módulo de roturas	Módulo de rotura MR								
	Resistencia a la flexión	Ubicación de la línea de fractura	Equipo de línea de flexión		X					

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método de investigación**

El método general será el método científico, así mismo los métodos específicos serán Deducción e inducción y los particulares serán la observación y la medición, según Bernal (2000)

Los métodos específicos se interesan por la comprensión general para entender el comportamiento específico, además los particulares se interesan por identificar las cualidades y características del hecho y al mismo tiempo manipular las variables.

Según estas consideraciones, en la presente investigación se aplicará el *método cuantitativo*.

#### **4.2. Tipo de investigación**

La naturaleza del estudio corresponderá al tipo de investigación aplicada, según Carrasco, (2005), "La investigación aplicada se centra en abordar los problemas que impactan a individuos y comunidades, buscando soluciones tangibles y prácticas para los desafíos reales que enfrenta la sociedad".

En la investigación se plateo el uso de fibra de poliestireno en el concreto para mejorar sus propiedades aplicada en losas ligeras, la baja resistencia del concreto afecta la seguridad de los habitantes que emplean estructuras. Es así que se busca mejorar la calidad de vida de las personas resolviendo problemas reales.

Basándonos en estas premisas, el enfoque de la investigación será de índole *aplicada*.

### **4.3. Nivel de la investigación**

El estudio por el nivel de profundidad será descriptivo según Bernal, (2000), manifiesta que el diseño cuasi experimental se basa en la medición de dos variables, además entiende y evalúa la relación estadística que existe entre las variables. Los pasos a seguir para este nivel de investigación es una selección del problema, elección de la muestra, elección de instrumentos de evaluación, determinar el procedimiento, recopilar datos, analizar e interpretar tales resultados.

En la investigación se identificó el problema, se elaboró los instrumentos de recopilación de datos en función a las dimensiones e indicadores, pasando así a la recopilación de datos y su posterior análisis, además se trabajó con grupos de muestreo modificados y no modificados.

De acuerdo a lo mencionado en los párrafos anteriores el nivel de investigación fue *correlacional*.

### **4.4. Diseño de la investigación**

El diseño metodológico por la naturaleza del estudio será el no experimental; según Hernández (2014) manifiesta que el diseño no experimental – descriptivo. Describe el comportamiento de las variables en un determinado tiempo.

La investigación se evaluó cuatro grupos de muestreo del CC y C + 0.5, 1 y 2% de fibra de poliestireno en la tesis se identificó los problemas, obtención de datos, recolección de información, análisis de datos y la obtención de conclusión.

De acuerdo a las consideraciones el diseño de investigación empleado por el investigador es **Cuasi – experimental**

### **4.5. Población y muestra**

Para establecer la muestra y definir el alcance de nuestra población, llevamos a cabo:

#### **4.5.1. Población**

Para Hernández (2014) , Expresa que una población consiste en todos los casos que cumplen con ciertas especificaciones. La población correspondiente a la investigación consta de 72 de concreto autocompactante con fibra de poliestireno.

#### **4.5.2. Muestra**

Carrasco (2005 pág. 243) menciona que la muestra será no probabilística, utilizando el método de muestreo por conveniencia, en el cual "el investigador elige las unidades de análisis según su propio criterio". La muestra incluye fibras

de poliestireno en concentraciones del 1%, 2% y 3%, distribuidas de la siguiente manera:

Para especímenes cilíndricos sometidos a compresión:

- 12 muestras para pruebas de resistencia a los 7 días.
- 12 muestras para pruebas de resistencia a los 14 días.
- 12 muestras para pruebas de resistencia a los 28 días.

Para especímenes rectangulares sujetos a flexión:

- 12 viguetas para pruebas a los 7 días.
- 12 viguetas para pruebas a los 14 días.
- 12 viguetas para pruebas a los 28 días.

#### **4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Según Marquez, (2018), Se trata de un conjunto de procedimientos, herramientas y dispositivos destinados a captar, almacenar, preservar, procesar y comunicar la información sobre estos aspectos. Se señala que las técnicas se refieren a la forma en que se adquirirán los datos, mientras que los instrumentos son los recursos materiales que facilitan la recopilación y almacenamiento de la información necesaria para la investigación.

Las técnicas de recopilación de datos incluirán fuentes documentales, registros, mientras que los instrumentos consistirán en una variedad de pruebas y fichas técnicas.

##### **a) Instrumentos de investigación**

###### **Ficha de recolección de datos**

La ficha de recolección de datos es un recurso esencial para recopilar información y avanzar en el análisis de la investigación, adaptándose a las dimensiones y variables específicas del estudio.



## PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

Proyecto: \_\_\_\_\_

fecha de Realización: \_\_\_\_\_

Método de prueba estándar para análisis de tamiz de agregados finos y gruesos  
ASTM C136/C136M-19 NTP 400.017

Método de prueba estándar para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado grueso; ASTM C127-15 - NTP 400.022

Agregado Fino

ABERTURAS CUADRADAS		Masa Retenida, g
TAMIZ	"mm"	
5 in.	125.00	
4 in.	100.00	
3 ½ in.	90.00	
3 in.	75.00	
2 ½ in.	63.00	
2 in.	50.00	
1 ½ in.	37.500	
1 in.	25.000	
¾ in.	19.000	
½ in.	12.500	
3/8 in.	9.500	
No. 4	4.750	
No. 8	2.360	
No. 16	1.180	
No. 30	0.600	
No. 50	0.300	
No. 100	0.150	
No. 200	0.075	
< 200	Fondo	

Agregado Grueso

ABERTURAS CUADRADAS		Masa Retenida, g
TAMIZ	"mm"	
5 in.	125.00	
4 in.	100.00	
3 ½ in.	90.00	
3 in.	75.00	
2 ½ in.	63.00	
2 in.	50.00	
1 ½ in.	37.500	
1 in.	25.000	
¾ in.	19.000	
½ in.	12.500	
3/8 in.	9.500	
No. 4	4.750	
No. 8	2.360	
No. 16	1.180	
No. 30	0.600	
No. 50	0.300	
No. 100	0.150	
No. 200	0.075	
< 200	Fondo	

Método de prueba estándar para el contenido total de humedad evaporable del agregado por secado; ASTM C566-19

Procedimiento, Agregado fino		1	2
Masa de Tara	g		
Masa + Agregado Humedo	g		
Masa + Agregado Seco	g		

Método de prueba estándar para densidad aparente ("Peso unitario") y vacíos en agregados  
ASTM C29/C39M - 17

PROCEDIMIENTO	1	2	3
Masa de Recipiente, kg			
Masa de M. Suelta +Recipiente, kg			
Masa de M. Compactada +Recipiente, kg			
Masa de Recipiente, kg			
Masa de M. Suelta +Recipiente, kg			
Masa de M. Compactada +Recipiente, kg			

Método de prueba estándar para densidad aparente ("Peso unitario") y vacíos en agregados  
ASTM C29/C39M - 17

Procedimiento, Agregado Grueso		1	2
Masa de Tara	g		
Masa + Agregado Humedo	g		
Masa + Agregado Seco	g		

**Figura 21:** Hoja de registro de información sobre las características de los agregados.

**Nota:** Propia

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN, ASTM C39/C39M-21

Proyecto: \_\_\_\_\_ Temperatura Ambiente: \_\_\_\_\_

Fecha de Rotura: \_\_\_\_\_ Humedad Relativa: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN	F' C	FECHA DE ROTURA	FECHA DE VALEADO	EDAD	diámetro 1 (mm)	diámetro 2 (mm)	PROMEDIO (mm)	ALTURAS (mm) aproximación O.D.E.				CAR GA MÁXIMA (M3)	ESTRÉS (MP) aproximación O.D.E.	TIPO DE FALLA	Masa del Especimen
								h2	h3	h3	PROMEDIO				



Tipo I: Falla por compresión  
 Tipo II: Falla por flexión  
 Tipo III: Falla por deslizamiento  
 Tipo IV: Falla por torsión  
 Tipo V: Falla por desmenuamiento  
 Tipo VI: Falla por rotura de fibras

Nombre del Cliente: _____	Nombre del Cliente: _____
Firma: _____	Firma: _____

**Figura 22:** Ficha de recopilación de datos de los ensayos de resistencia a la compresión

**Nota:** Propia

### 3.2.4. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación

#### a) Validez

De acuerdo a Manzi y García (2019), la validez de los instrumentos se obtiene mediante un proceso de evaluación de contenido, que se da por 3 expertos que califican de 0 a 100% los ítems del formato y si este va de acuerdo al tema de la investigación.

*Tabla 5. Intervalo de validez.*

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

**Nota:** Tomada de “Metodología de investigación”, por Oseda (2011)

*Tabla 6. Validación de expertos*

Nombres y apellidos	Profesión	Grado académico	Calificación asignada
Pautrat Egoavil Henry G.	Ingeniero civil	Magister	0.68
Gamarra Espinoza, Luis	Ingeniero civil	Ingeniero civil	0.79
Porras Olarte, Rando	Ingeniero civil	Magister	0.83
<b>TOTAL</b>			0.76

**Nota:** Propia

#### a) Confiabilidad

De acuerdo a Bernal (2010), considera a la confiabilidad en la puntuación obtenida en cada prueba al realizar los ensayos de laboratorio especificado en las dimensiones de la investigación.

*Tabla 7: Rangos y magnitudes de confiabilidad*

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy Baja

**Nota:** Tomada de “Instrumentos de Investigación Educativa”, por Ruiz (2002)

Confiabilidad												
No	Indicadores	INTRINSECA					EXTRINSECA					TOTAL
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1	i-1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	13
2	i-2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	15
3	i-3	3	1	1	2	2	2	1	2	1	2	17
4	i-4	2	1	1	2	1	3	2	3	3	3	21
5	i-5	2	3	2	2	3	1	2	2	3	3	23
6	i-6	3	2	3	2	3	1	1	2	3	3	23
7	i-7	3	2	3	3	2	3	3	1	3	3	24
VARIANZA F		0.69	0.49	0.78	0.41	0.57	0.78	0.41	0.29	0.98	0.24	16.53
												5.63

K =	10	item
K/(K-1) =	1.111	
$\sum_{i=1}^i s_i^2 =$	5.63	
$s_t^2 =$	16.53	
ALFA =	0.733	

## 4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos

### 4.7.1. Procesamiento de la información

Según Giraldo (2016), Indica que: El tratamiento de la información tiene como propósito generar datos organizados y categorizados para facilitar al investigador el examen de la información conforme a los objetivos, hipótesis y preguntas de investigación establecidas. Para el análisis de los datos, se empleará la técnica de investigación que implica la elaboración de tablas y gráficos estadísticos. Estos elementos gráficos y tabulares servirán para presentar de manera estructurada el análisis de las variables. Se utilizarán los programas informáticos SPSS - 23 y Excel para procesar los datos obtenidos mediante los instrumentos de recolección.

Los ensayos demostrados serán:

#### 4.7.1.1. Análisis estadístico

Inicialmente, las estrategias de análisis de datos abordaron un enfoque univariado que implicaba el uso de medidas como la desviación estándar, el rango y la media para cada una de las dimensiones definidas en relación con los objetivos específicos (propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos tratados con aceite de coco), conforme a los principios de la estadística descriptiva. Luego, se avanzó hacia un análisis bivariado.

### ➤ **Requisitos del Anova**

Se realizará la evaluación de los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Shapiro-Wilk y de Homogeneidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene. Estos análisis se llevarán a cabo utilizando el software estadístico SPSS v.25. En caso de que no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Si no se verifica la igualdad de varianzas, se utilizará la prueba T3 de Dunnett en lugar de la prueba post hoc de Tukey.

#### **Es importante considerar lo siguiente:**

- Cada ensayo será sometido a las pruebas de hipótesis de manera independiente.
- Se asumirá un nivel de significancia de 0.05 para todas las pruebas, y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia obtenido es mayor al nivel asumido.
- Se realizarán las pruebas de normalidad y se determinará si se empleará una prueba paramétrica o no paramétrica. En caso de cumplirse el supuesto de normalidad, se aplicará el ANOVA de un factor.

#### **4.7.1.2. Peso unitario**

##### **a) Reglamentación**

- Norma Técnica Peruana 400.017

##### **b) Materiales**

- Balanza
- Equipo de calibración
- Varilla compactadora
- Pala de mano:

##### **c) Procedimiento**

- Llenar el recipiente de medición con agua a temperatura ambiente y colocar la placa de vidrio encima para eliminar burbujas y exceso de líquido.
- Registrar el peso del agua en el recipiente de medición.
- Medir la temperatura del agua y consultar la densidad en la Tabla 3, realizando interpolaciones si es necesario.

- Calcular el volumen (V) del recipiente de medición dividiendo el peso del agua necesario para llenarlo entre la densidad del agua.
- La calibración del recipiente de medición debe llevarse a cabo al menos una vez al año o cuando existan motivos para cuestionar la precisión de la calibración.

#### **4.7.1.3. Asentamiento del concreto (Slump)**

##### **a) Reglamentación**

- Norma Técnica Peruana 339.035
- AASHTO T 119 American Association Standards Highway Transportation Officials
- ASTM C143 Especificación Estándar por Cemento Portland

##### **b) Materiales**

- Molde
- Varilla compactadora

##### **c) Procedimiento**

- El molde se humedece y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se asegura firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una representando aproximadamente un tercio del volumen del molde.
- Cada capa se compacta con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa inferior, se inclina ligeramente la varilla y se realizan aproximadamente la mitad de los golpes cerca del borde, avanzando luego con golpes verticales en forma de espiral hacia el centro.
- Al llenar la capa superior, se añade concreto adicional si se asienta por debajo del borde superior del molde, asegurando que siempre haya concreto sobre el molde. Después de compactar la última capa, se alisa la superficie del concreto a ras. Luego, se retira el molde cuidadosamente en dirección vertical.
- Inmediatamente después, se mide el asentamiento, calculando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la parte superior de la base del espécimen.

#### **4.7.1.4. Resistencia**

##### **a) Reglamentación**

- Norma Técnica Peruana 339.034

##### **b) Materiales**

- Equipos
- Máquina de Ensayo
- Diseño
- Precisión

##### **c) Procedimiento**

- El ensayo de compresión de muestras curadas en agua debe llevarse a cabo de inmediato después de retirarlas del lugar de curado.
- Las muestras deben mantenerse húmedas utilizando cualquier método adecuado desde el momento en que se retiran del lugar de curado hasta el momento del ensayo. Deben ensayarse en condiciones húmedas.
- Colocación de la Muestra – El bloque de carga inferior se coloca sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior.
- Velocidad de Carga – La carga se aplica de manera continua, sin golpes bruscos.
- La carga se aplica hasta que el indicador comience a disminuir de manera continua y el cilindro muestre un patrón de falla bien definido.

#### **4.7.2. Técnicas y análisis de datos**

Para la prueba de hipótesis en estadística se define como una forma de analizar la de los resultados que nos llegan a proporcionar para afirmar una hipótesis. De tal manera que en el comienzo se formula la hipótesis nula y la hipótesis alterna de la investigación.

Realizando así la evaluación de prueba de normalidad en la que se identifica la distribución de las variables, en caso persiga una distribución paramétrica de debe de realizar la prueba de ANOVA para aceptar o rechazar la hipótesis, en los dalos

no sigan una distribución paramétrica se llevara a cabo la prueba de Kruskal-wallis.

#### **4.8. Aspectos éticos de la investigación**

Según las investigaciones del autor Ann Reyes (2017), en una investigación cuantitativa los aspectos son descrito en donde se observan los lados negativos o positivos que puede tener un avance científico, en resumen, ver el beneficio o daño que logra tener un descubrimiento o avance hacia la sociedad.

Dentro de los aspectos éticos, está presente tesis va a respetar de forma total la bibliografía y sus autores citándolos para poder cumplir con el reglamento de la universidad; además no va a considerar el plagio dentro de la investigación.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Descripción del diseño tecnológico**

En nuestros tiempos hay avances significativos del concreto, el cual buscan aumentar sustancialmente la vida útil de los edificios y la infraestructura en general y de este modo evaluar las propiedades del concreto autocompactante en su estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas, con el objetivo de optimizar sus comportamientos del contenido de aire, consistencia, resistencia a la compresión y flexión. De este modo se planteó la aplicación de fibra de poliestireno en diferentes dosificaciones para evaluar las propiedades del concreto en diferentes muestras, luego de la investigación se logró identificar las propiedades del concreto autocompactante en su estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno, y así saber los efectos que originan y se llevó un estudio para el proceso de conclusión y recomendación.

#### **5.2. Descripción de resultados**

##### **5.2.1. Caracterización de materiales**

La caracterización de los agregados se realizó en base a la Norma Técnica Peruana 400.012, los agregados utilizados en la presente investigación fue el agregado fino (arena gruesa) y agregado grueso (piedra chancada).

##### **a) Agregado fino**

La caracterización del agregado fino implicó la evaluación de los materiales mediante diversos ensayos, que incluyeron análisis granulométrico,



determinación del módulo de finura, medición del contenido de humedad, determinación del peso unitario suelto y compactado, así como del peso específico y la absorción. A continuación, se exponen los resultados de estos ensayos en la tabla 9.

**Tabla 8: Propiedades del agregado fino.**

Características	Resultados
Módulo de finura	2.82
Contenido de humedad	0.35 (%)
Peso unitario suelto (PUS)	1379.73 (kg/m <sup>3</sup> )
Peso unitario compactado (PUC)	1525.59 (kg/m <sup>3</sup> )
Peso específico	2572.18 K/M3
Absorción	2.04 (%)

**Nota:** Propia

La tabla 8 presenta los resultados de los materiales del agregado fino, los cuales cumplen con los estándares de calidad necesarios para la elaboración de la mezcla de concreto autocompactante con una resistencia especificada de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### b) Agregado grueso

Se realizaron pruebas de análisis granulométrico, determinación del contenido de humedad, peso unitario en estado suelto y compactado, junto con mediciones de peso específico y absorción como parte del proceso de caracterización del agregado grueso. Los resultados de estos ensayos se presentan en la tabla 10 a continuación.

**Tabla 9: Propiedades del agregado grueso**

Características	Resultados
Tamaño Máximo Nominal	1/2.pulg
Módulo de finura	6.36
Contenido de humedad	0.80 (%)
Peso unitario suelto (PUS)	1399.29 (kg/m <sup>3</sup> )
Peso unitario compactado (PUC)	1545.04 (kg/m <sup>3</sup> )
Peso específico de masa	2.64 kg/m <sup>3</sup>
Absorción	0.98 (%)

**Nota:** Propia

En la tabla 09 se presentan los resultados de los materiales del agregado fino, los cuales satisfacen los estándares de calidad necesarios para la preparación de la mezcla de concreto autocompactante con una resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**c) Análisis de agua**

El análisis de agua se realizó de la muestra extraída, la cual se empleó tanto para el diseño de mezcla y el curado, los resultados se extrajeron mediante los estudios correspondientes, también se emplearon químicos que ayudaron a recaudar los datos necesarios.

**Tabla 10: Propiedades del agua**

<b>Características</b>	<b>Resultados</b>
Sulfatos solubles	193.600 ppm
Cloruros expresados como ion Cl	189.400 ppm
Sulfatos expresados como ion SO4	150.700 ppm
Potencia de hidrogeno	6.40 pH
Materia orgánica	0.51 %

**Nota:** Propia

En la tabla 10 Se presentan los resultados de los análisis efectuados al agua utilizada en el diseño de la mezcla, así como al proceso de curado de las muestras de concreto autocompactante con una resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los datos exhibidos en la tabla cumplen con todos los criterios de calidad mencionados en la norma técnica peruana NTP 339.088.

**5.2.2. Diseño de mezcla del concreto**

Se utilizó el método ACI 211 para el diseño y dosificación de materiales, el cual ofrece directrices para la preparación de mezclas destinadas a concretos que emplean agregados gruesos de peso normal, siendo este tipo de concreto uno de los más comúnmente utilizados en la industria de la construcción. Este método implica calcular inicialmente las propiedades del agregado grueso y fino, como el peso unitario compactado, el peso unitario suelto, el tamaño máximo nominal, el módulo de finura, entre otros. Posteriormente, se determina el volumen de agua unitario y la cantidad de cemento necesaria.

### 5.2.2.1. Diseño del concreto

Puntos a tener en cuenta para la elaboración de la mezcla de concreto:

- Resistencia del concreto: 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamiento deseado: 6 a 7 pulgadas
- Tamaño máximo nominal del agregado: ½ pulgada
- Contenido de aire objetivo: 2.50%
- Relación agua-cemento: 0.465

*Tabla 11: El diseño de mezcla en condiciones de sequedad*

<b>DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO SECO (POR M<sup>3</sup>) SIN CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>	
Cemento	490.00 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	228.00 Lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	710.99 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	846.31 kg/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>2275.30 kg/m<sup>3</sup></b>

**Nota:** Propia

En la tabla 11, Se presentan los datos de la cantidad de materiales en condiciones de sequedad que se requerirán para la mezcla de concreto, donde se especifica que se necesitan 499 kg/m<sup>3</sup> de cemento, 228 litros/m<sup>3</sup> de agua para el diseño, 710.99 kg/m<sup>3</sup> de agregado fino y 846.31 kg/m<sup>3</sup> de agregado grueso, lo que suma un total de 2275.30 kg/m<sup>3</sup>.

*Tabla 12: Diseño de mezcla en estado húmedo*

<b>DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO HÚMEDO (POR M<sup>3</sup>) CON CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>	
Cemento	490.32 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	259.87 Lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	713.48 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	853.08 kg/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>2316.75 kg/m<sup>3</sup></b>

**Nota:** Propia

La tabla 12 muestra los resultados de la cantidad de materiales ajustados por humedad que se necesitarán para la mezcla de concreto. En ella se indica que se requieren 490.32 kg/m<sup>3</sup> de cemento, 259.87 litros/m<sup>3</sup> de agua para el diseño,

713.48 kg/m<sup>3</sup> de agregado fino y 853.08 kg/m<sup>3</sup> de agregado grueso, lo que suma un total de 2316.75 kg/m<sup>3</sup>.

- **Diseño del concreto convencional autocompactante:**

*Tabla 13: Diseño del concreto convencional*

COEFICIENTE DE APORTE POR M <sup>3</sup> DE CONCRETO CONVENCIONAL		
Cemento	11.54	Bolsas
Agua	0.260	m <sup>3</sup>
Arena	0.520	m <sup>3</sup>
Grava	0.610	m <sup>3</sup>
Zika	6.3	kg

**Nota:** Propia

En la tabla 13 se presentan los resultados de la cantidad de materiales por metro cúbico de concreto ajustados según el coeficiente de aporte. En ella se indica que se necesitan 11.54 bolsas de cemento, 0.260 metros cúbicos de agua para el diseño, 0.520 metros cúbicos de agregado fino, 0.61 metros cúbicos de agregado grueso y 6.3 kilogramos de aditivo líquido.

- **Diseño de concreto con modificación**

*Tabla 14: Diseño del concreto con 0.5%, 1% y 2% de fibra de poliestireno*

COEFICIENTE DE APORTE POR M <sup>3</sup> DE CONCRETO CONVENCIONAL CON FIBRA DE POLIESTIRENO			
Dosificación	0.5%	1%	2%
Cemento	11.54	11.54	11.54
Agua	0.241	0.241	0.241
Arena	0.510	0.507	0.500
Grava	0.610	0.610	0.610
Sika	6.3	6.3	6.3
0.5% de fibra de poliestireno (kg)	2.542	4.903	9.806

**Nota:** Propia

En la tabla 14, Los resultados muestran las cantidades de materiales por metro cúbico de concreto con 0.5%, 1% y 2% de fibra de poliestireno que deben ser empleadas en la mezcla. Se utilizaron las mismas cantidades para los tres tipos de mezclas en cada uno de los materiales y adiciones.

### 5.2.3. Evaluación de las características físicas del concreto autocompactante.

#### a) Variación del peso unitario del concreto autocompactante

**Tabla 15:** Resultados de peso unitario del concreto autocompactante

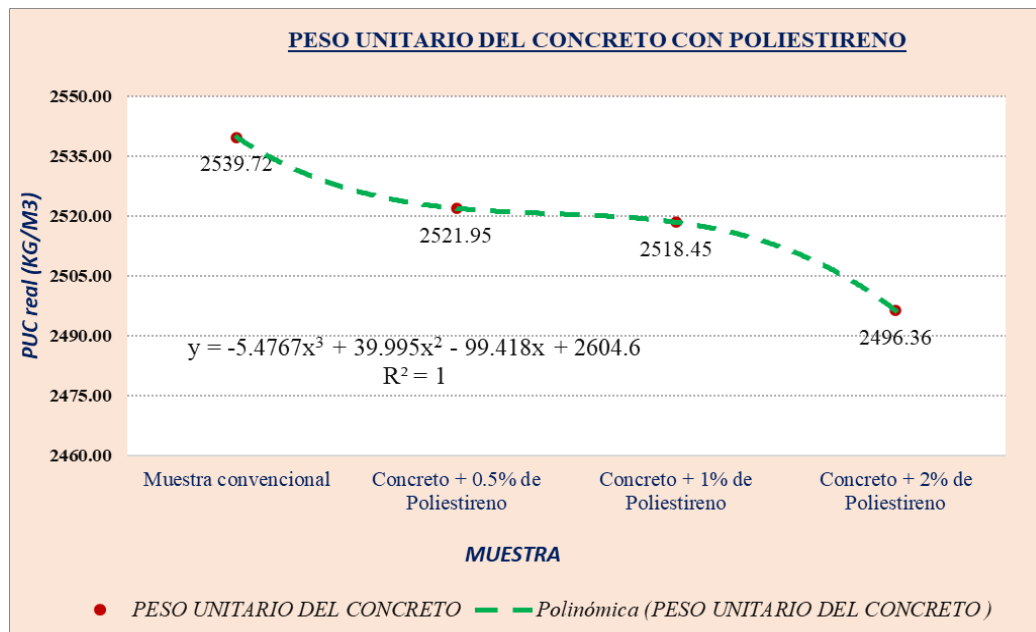
Mezcla de concreto	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	Peso unitario real (kg/m3)	% DE VARIACIÓN
	MUESTRA-01	MUESTRA-02	MUESTRA-03	MUESTRA-04		
CC	2541.958	2539.335	2537.878	2539.720	2539.72	0.00%
CC+ 0.5% de poliestireno	2524.767	2520.396	2520.687	2521.950	2521.95	-0.70%
CC+ 1% de poliestireno	2518.648	2517.919	2518.794	2518.450	2518.45	-0.84%
CC+ 2% de poliestireno	2497.086	2496.212	2495.775	2496.360	2496.36	-1.71%

Nota: Propia

**Tabla 16.** Resumen del peso unitario real y % de variación

Mezcla de concreto	PUC real (kg/m3)	% DE VARIACIÓN
Concreto convencional	2539.72	0.00%
CC+ 0.5% de poliestireno	2521.95	-0.70%
CC+ 1% de poliestireno	2518.45	-0.84%
CC+ 2% de poliestireno	2496.36	-1.71%

Nota: Propia



**Figura 23:** Cambios en los valores de peso unitario del concreto autocompactante.

Nota: Propia

En la tabla 15 y la figura 23, se identificó que el peso unitario varía a consecuencia de la adición de fibra de poliestireno es así que el concreto convencional obtuvo valores de 2541.958 kg/cm<sup>3</sup>, 2539.335 kg/cm<sup>3</sup>, 2537.878 kg/cm<sup>3</sup>, 2539.720 kg/cm<sup>3</sup>, los valores obtenidos en el CC+ 0.5% de poliestireno son 2524.767 kg/cm<sup>3</sup>, 2520.396 kg/cm<sup>3</sup>, 2520.687 kg/cm<sup>3</sup>, 2521.950 kg/cm<sup>3</sup>, los valores obtenidos en el CC+ 1% de poliestireno son 2518.648 kg/cm<sup>3</sup>, 2517.919 kg/cm<sup>3</sup>, 2518.794 kg/cm<sup>3</sup>, 2518.450 kg/cm<sup>3</sup> y los valores obtenidos en el CC+ 1% de poliestireno son 2497.086 kg/cm<sup>3</sup>, 2496.212 kg/cm<sup>3</sup>, 2495.775 kg/cm<sup>3</sup>, 2496.360 kg/cm<sup>3</sup>.

El peso unitario muestra una variación en los diferentes grupos de estudio con una tendencia a la reducción entre el CC+ 0.5% de poliestireno, CC+ 1% de poliestireno y el CC+ 2% de poliestireno en -0.70%, -0.84% y -1.71% en función a la muestra convencional.

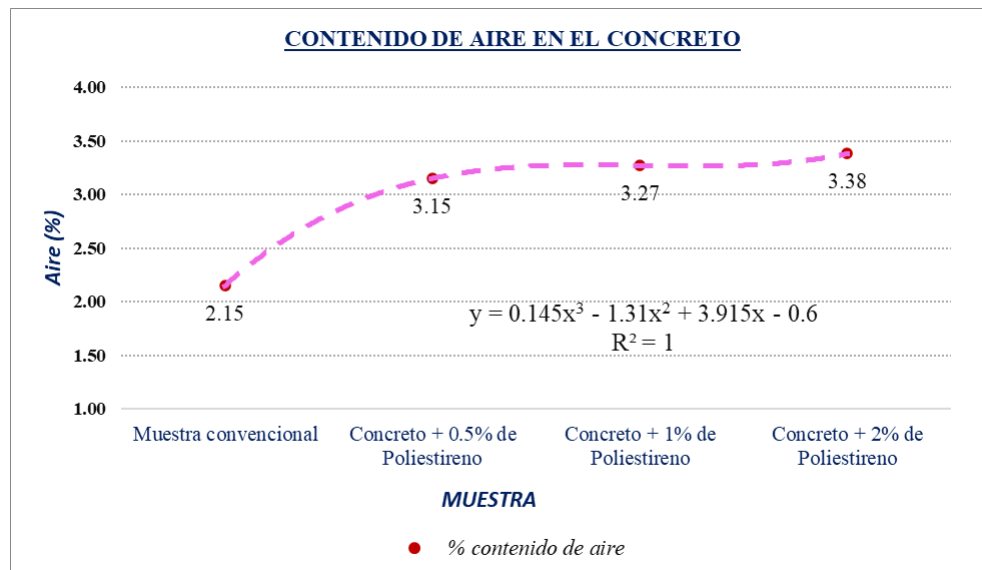
#### 5.2.4. OB -01 (contenido de aire)

##### a) Proporción de aire presente en el concreto autocompactante.

*Tabla 17: Resultados de contenido de aire del concreto autocompactante*

Mezcla del concreto	% de contenido	Contenido de aire	% de variación
Convencional	2.10	2.15	0.00
	2.20		
	2.15		
0.5% de fibras de poliestireno	2.20	3.17	0.01
	2.10		
	3.20		
1% de fibras de poliestireno	2.20	3.27	0.04
	2.20		
	3.20		
2% de fibras de poliestireno	2.20	3.38	0.08
	2.20		
	3.38		

**Nota:** Propia



**Figura 24:** Variación en los resultados del tiempo de aire contenido en el concreto autocompactante.

Nota: Propia

En la tabla 17 y en la figura 24, Se nota que a medida que aumenta el porcentaje de adición de poliestireno, también aumenta el contenido de aire. En el caso del concreto convencional, el contenido de aire fue de 2.15%. Al agregar un 0.5% de fibras de poliestireno, el contenido de aire aumentó a 3.15%, con una variación porcentual de 0.01%. Al aumentar el porcentaje de fibras de poliestireno al 1%, el contenido de aire se incrementó a 3.27%, con una variación del 0.04%. Cuando se adicionó un 2% de fibras de poliestireno, el contenido de aire aumentó aún más, alcanzando el 3.38%, con una variación del 0.08%.

### 5.2.5. OB – 02 (consistencia)

Determinar los efectos de la incorporación de la fibra de poliestireno en la consistencia del concreto autocompactante para losas aligeradas, Huancayo 2022.

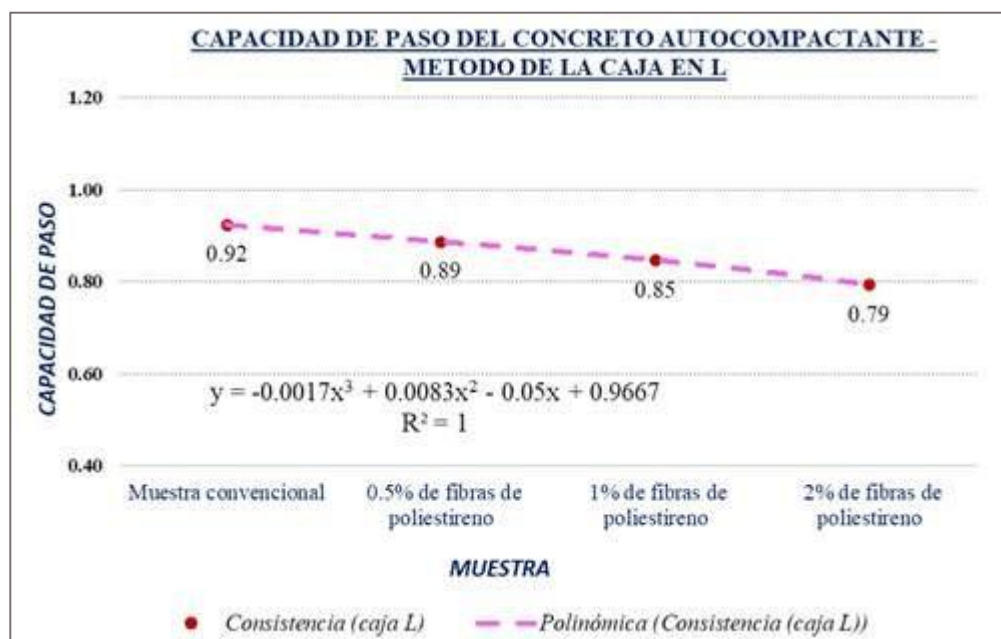
#### 5.2.5.1. Variación de la consistencia del concreto autocompactante por ensayo de la caja L

Se lleva a cabo esta prueba utilizando el método de la caja en L para determinar los valores que representan el bloqueo y evaluar la consistencia del hormigón después de atravesar obstáculos. Además, nos permite realizar una evaluación cualitativa de la resistencia a la segregación mediante la observación visual.

**Tabla 18:** Resultados de la consistencia del concreto autocompactante

	Muestra convencional			0.5% de fibras de poliestireno			1% de fibras de poliestireno			2% de fibras de poliestireno		
Consistencia (caja L)	0.92	0.94	0.91	0.88	0.89	0.89	0.87	0.83	0.84	0.79	0.80	0.79
Consistencia (caja L)	0.923			0.887			0.847			0.793		
% de variación	0.00			-3.97			-8.30			-14.08		

Nota: Propia



**Figura 25:** Diferencia en los resultados de la consistencia del concreto autocompactante.

Nota: Propia

En la tabla 18 y en la figura 25, se aprecia que la capacidad de paso del concreto autocompactante aumenta al adicionar fibras de poliestireno, cuyos valores de capacidad de paso del concreto autocompactante convencional es 0.923, mientras que con 0.5% de fibras de poliestireno aumento hasta 0.887 con un porcentaje de variación de -3.97%, que con 1% de fibras de poliestireno aumento hasta 0.847 con un porcentaje de variación de -8.30%, que con 2% de fibras de poliestireno aumento hasta 0.793 con un porcentaje de variación de -14.08%. Identificando que los valores de capacidad de paso son mayores a 0.8 se afirma que el concreto conserva su característica autocompactante hasta la adición del 1% de EPS.



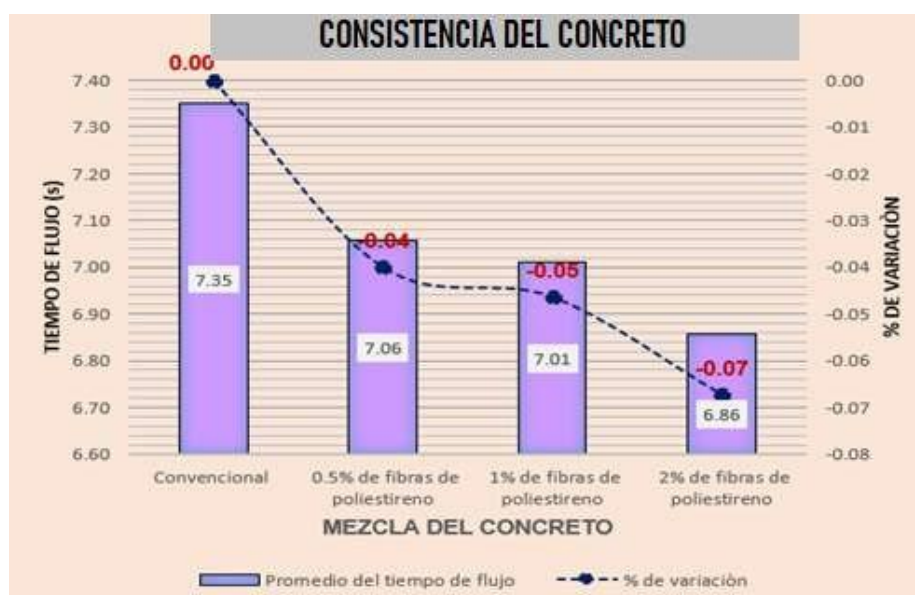
Finalmente se afirma que las fibras de poliestireno generan mayor consistencia en el concreto autocompactante, por lo que hace que sea resistente a la segregación.

**b) Consistencia – Ensayo del embudo en V**

*Tabla 19: Resultados obtenidos del ensayo de embudo V para evaluar la consistencia del concreto.*

Mezcla del concreto	Muestra	Promedio de capacidad del paso del concreto	% de variación
Convencional	7.31	7.35	0.00
	7.36		
	7.38		
0.5% de fibras de poliestireno	7.00	7.06	-4.00
	7.06		
1% de fibras de poliestireno	7.01	7.01	-5.00
	6.97		
2% de fibras de poliestireno	6.87	6.86	-7.00
	6.87		

Nota: Propia



*Figura 26: Variación de los resultados de la consistencia a lo largo del tiempo en el concreto autocompactante.*

Nota: Propia

Tabla 19 y figura 26, Se observa una variación en el tiempo de consistencia del concreto autocompactante a lo largo de las diferentes pruebas. En el concreto autocompactante convencional, el tiempo de consistencia fue de 7.35 segundos.

Con una adición del 0.5% de fibras de poliestireno, el tiempo de consistencia se redujo a 7.06 segundos, mostrando una variación de -0.04%. Al aumentar la adición de fibras al 1%, el tiempo de consistencia disminuyó a 7.01 segundos, con una variación de -0.05%. Para una adición del 2% de fibras de poliestireno, el tiempo de consistencia se redujo aún más, llegando a 6.86 segundos, con una variación de -0.07%. Estos resultados indican que a medida que aumenta el porcentaje de adición de poliestireno expandido, el tiempo de consistencia disminuye.

## 5.2.6. OB – 03 (resistencia a compresión)

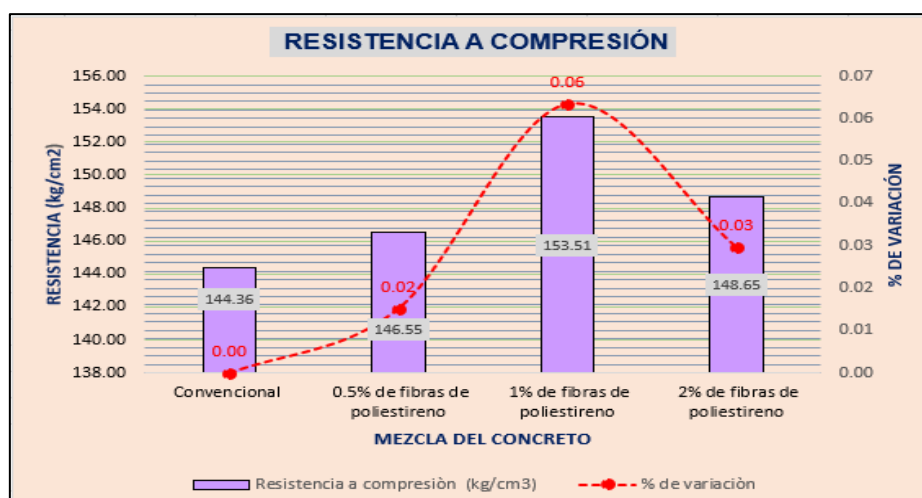
### 5.2.6.1. Resistencia a compresión del concreto autocompactante

#### a) Resistencia a compresión a los 07 días

*Tabla 20: Resultados de resistencia a compresión a los 7 días*

Mezcla del	Muestra	Resistencia a compresión	% de variación
Convencional	144.64	144.36	0.00
	142.08		
	146.37		
0.5% de fibras de poliestireno	147.70	146.55	0.02
	140.47		
	145.21		
1% de fibras de poliestireno	153.00	153.51	0.06
	154.10		
	153.32		
2% de fibras de poliestireno	151.02	148.65	0.03
	140.17		
	148.75		

Nota: Propia



*Figura 27: Variación de la resistencia a compresión a los 7 días*

Nota: Propia

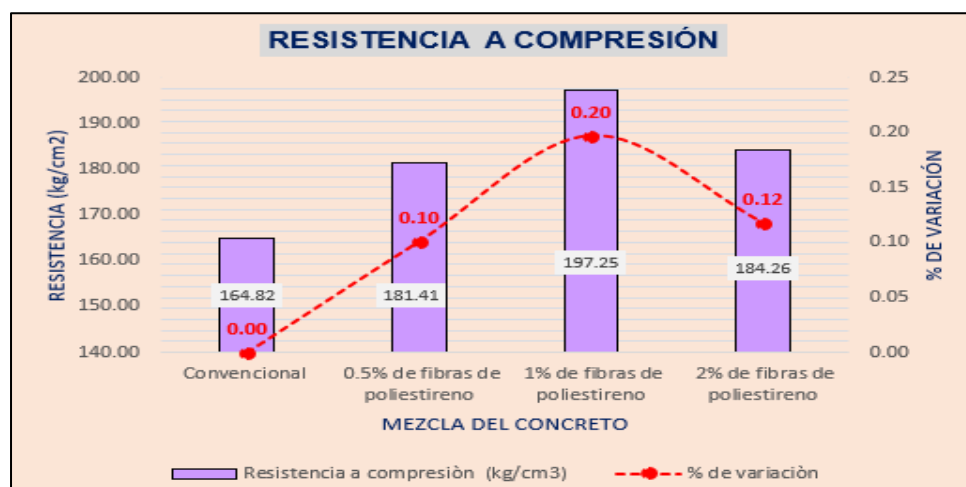
En la tabla 20 y en la figura 27 se presentan los resultados obtenidos del concreto autocompactante al incorporar fibras de poliestireno. Se observa que la resistencia del concreto autocompactante convencional a los 7 días fue de 144.36 kg/cm<sup>2</sup>. Con una adición del 0.5% de fibras de poliestireno, la resistencia aumentó a 146.55 kg/cm<sup>2</sup>, representando una variación del 0.02%. Al aumentar la adición al 1% de fibras de poliestireno, la resistencia alcanzó los 153.51 kg/cm<sup>2</sup>, con una variación del 0.06%. Con una adición del 2% de fibras de poliestireno, la resistencia aumentó a 148.65 kg/cm<sup>2</sup>, con una variación del 0.03% en comparación con la muestra convencional. Estos resultados indican que la adición del 1% de fibras de poliestireno resultó en una mayor resistencia a compresión del concreto autocompactante a los 7 días.

**a) Resistencia a compresión a los 14 días**

*Tabla 21: Resultados de resistencia a compresión a los 14 días*

Mezcla del concreto	Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>3</sup> )	% de variación
Convencional	146.37	164.82	0.00
	170.98		
	177.11		
0.5% de fibras de poliestireno	176.90	181.41	0.10
	186.09		
1% de fibras de poliestireno	193.17	197.25	0.20
	171.00		
2% de fibras de poliestireno	180.90	184.26	0.12
	102.40		
	183.43		

Nota: Propia



*Figura 28: Variación de la resistencia a compresión a los 14 días*

Nota: Propia

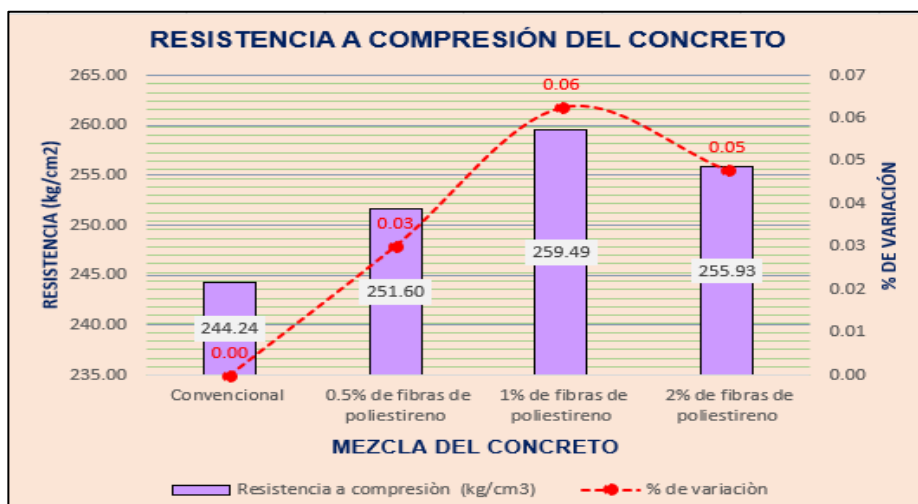
En la tabla 21 y en la figura 28 se presentan los resultados del concreto autocompactante con la inclusión de fibras de poliestireno. Se observa que la resistencia del concreto autocompactante convencional a los 14 días fue de 164.82 kg/cm<sup>2</sup>. Con la adición del 0.5% de fibras de poliestireno, la resistencia aumentó a 181.41 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una variación del 0.10%. Al aumentar la adición al 1% de fibras de poliestireno, la resistencia alcanzó los 197.25 kg/cm<sup>2</sup>, con una variación del 0.20%. Con una adición del 2% de fibras de poliestireno, la resistencia aumentó a 184.26 kg/cm<sup>2</sup>, con una variación del 0.12% en comparación con la muestra convencional. Estos resultados indican que la adición del 1% de fibras de poliestireno generó una mayor resistencia a compresión del concreto autocompactante a los 14 días.

**b) Resistencia a compresión a los 28 días**

*Tabla 22: Resultados de resistencia a compresión a los 28 días*

Mezcla del concreto	Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	% de variación
Convencional	240.66	244.24	0.00
	240.33		
	251.73		
0.5% de fibras de poliestireno	254.07	251.60	0.03
	254.45		
	246.29		
1% de fibras de poliestireno	255.70	259.49	0.06
	257.44		
	265.34		
2% de fibras de poliestireno	259.15	255.93	0.05
	251.34		
	257.30		

Nota: Propia



*Figura 29: Variación de la resistencia a compresión a los 28 días*

Nota: Propia

En la tabla 22 y la figura 29 se presentan los resultados de resistencia del concreto autocompactante con la inclusión de fibras de poliestireno. La resistencia del concreto autocompactante convencional a los 28 días fue de 244.24 kg/cm<sup>2</sup>. Con la adición del 0.5% de fibras de poliestireno, la resistencia aumentó a 251.60 kg/cm<sup>2</sup>, representando un incremento del 0.03%. Al agregar 1% de fibras de poliestireno, la resistencia se elevó a 259.49 kg/cm<sup>2</sup>, con un incremento del 0.06%. Con el 2% de fibras de poliestireno, la resistencia alcanzó los 255.93 kg/cm<sup>2</sup>, con un aumento del 0.05%. Se destaca que el porcentaje óptimo de adición de fibras de poliestireno, que genera una mayor resistencia a la compresión del concreto autocompactante a los 28 días, es del 1%. Este porcentaje logra una resistencia de 259.49 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una mejora significativa con respecto al concreto convencional, que tenía una resistencia de 244.24 kg/cm<sup>2</sup>.

### 5.2.7. OB (resistencia a flexión)

Analizar la intervención de la fibra de poliestireno en la resistencia a la flexión de un concreto autocompactante, para losas aligeradas, Huancayo 2022.

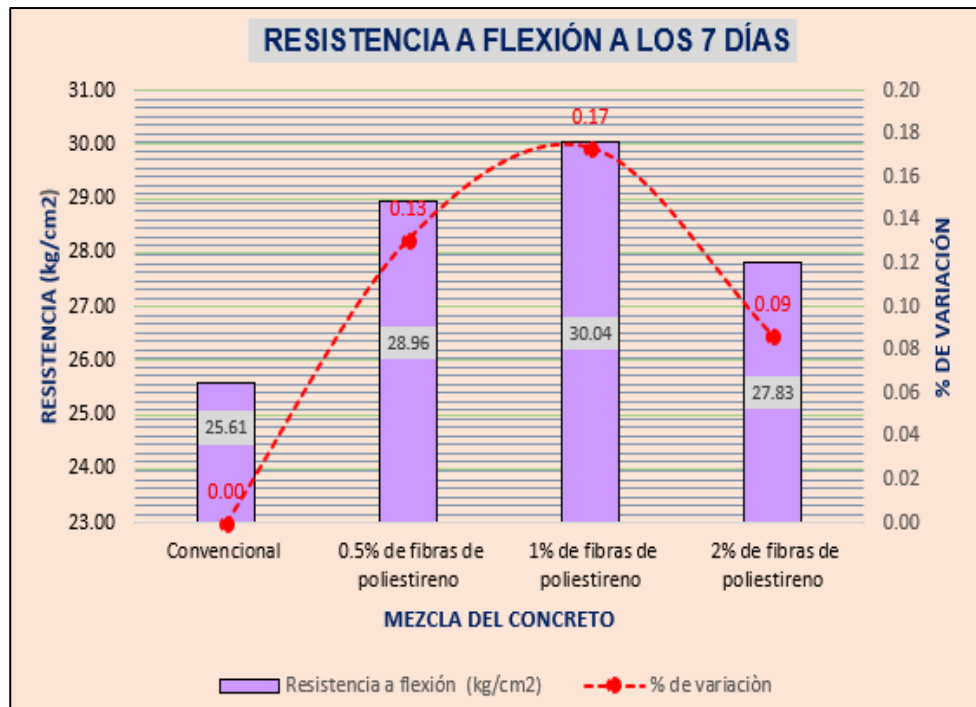
#### 5.2.7.1. Resistencia a la flexión del concreto autocompactante

##### a) Resistencia a flexión a los 7 días

*Tabla 23: Los datos de resistencia a la flexión del concreto autocompactante a los 7 días se muestran a continuación.*

Mezcla del concreto	Muestra	Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	% de variación
Convencional	25.51	25.61	0.00
	25.41		
	25.90		
0.5% de fibras de poliestireno	27.81	28.96	0.13
	27.02		
	29.72		
1% de fibras de poliestireno	29.12	30.04	0.17
	29.02		
	27.98		
2% de fibras de poliestireno	27.04	27.83	0.09
	27.02		
	27.82		

**Nota:** Propia



**Figura 30:** La variación en la resistencia a la flexión a los 7 días se presenta a continuación.

**Nota:** Propia

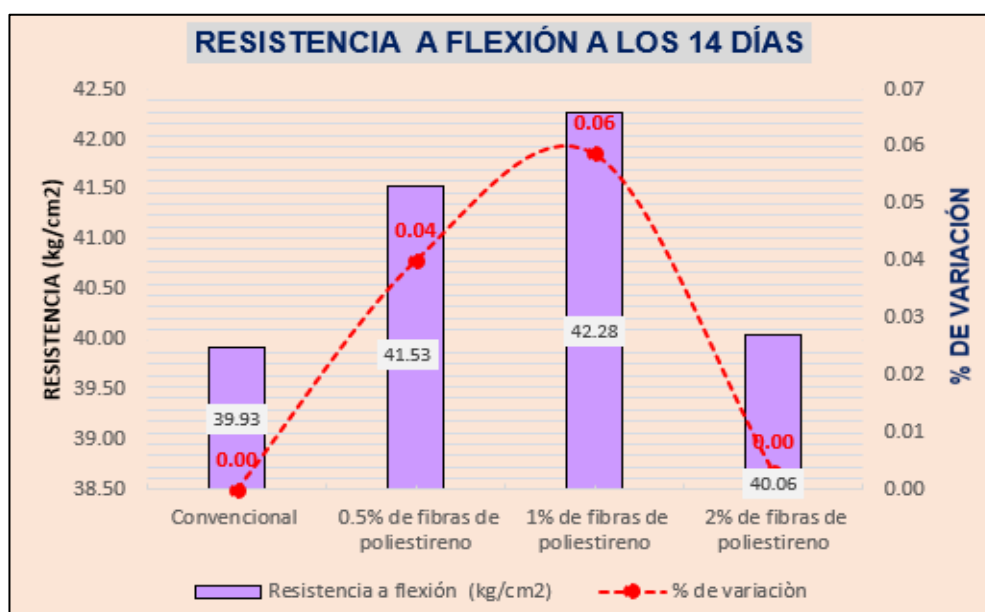
En la tabla 23 y en la figura 30 se muestran los resultados de la resistencia a la flexión del concreto autocompactante con la incorporación de fibras de poliestireno. La resistencia del concreto autocompactante convencional a los 7 días fue de 25.61 kg/cm<sup>2</sup>. Con la adición de 0.5% de fibras de poliestireno, la resistencia aumentó a 28.96 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un incremento del 0.13%. Al agregar 1% de fibras de poliestireno, la resistencia se elevó a 30.04 kg/cm<sup>2</sup>, con una variación del 0.17%. Por otro lado, con la incorporación de 2% de fibras de poliestireno, la resistencia alcanzó los 27.83 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando un aumento del 0.09%. De esta manera, se puede observar que la adición del 1% de fibras de poliestireno resultó en una mayor resistencia a la flexión del concreto autocompactante a los 7 días.

## b) Resistencia a flexión a los 14 días

**Tabla 24:** Resultados del MR del concreto autocompactante a los 14 días

Mezcla del concreto	Muestra	Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	% de variación
Convencional	40.52	39.93	0.00
	38.83		
	40.44		
	41.55		
0.5% de fibras de poliestireno	41.61	41.53	0.04
	41.44		
1% de fibras de poliestireno	42.31	42.28	0.06
	42.38		
	42.13		
2% de fibras de poliestireno	41.25	40.06	0.00
	39.82		
	39.10		

Nota: Propia



**Figura 31:** Variación de la resistencia a flexión a los 14 días

Nota: Propia

En la tabla 24 y en la figura 31 se presentan los resultados de la resistencia a la flexión del concreto autocompactante con la inclusión de fibras de poliestireno. La resistencia del concreto autocompactante convencional a los 14 días fue de 39.93 kg/cm<sup>2</sup>. Con la adición de 0.5% de fibras de poliestireno, la resistencia aumentó a 41.53 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando un incremento del 0.04%. Al incorporar 1% de fibras de poliestireno, la resistencia se elevó a 42.28 kg/cm<sup>2</sup>, con una variación del 0.06%. Por otro lado, con la inclusión de 2% de fibras de

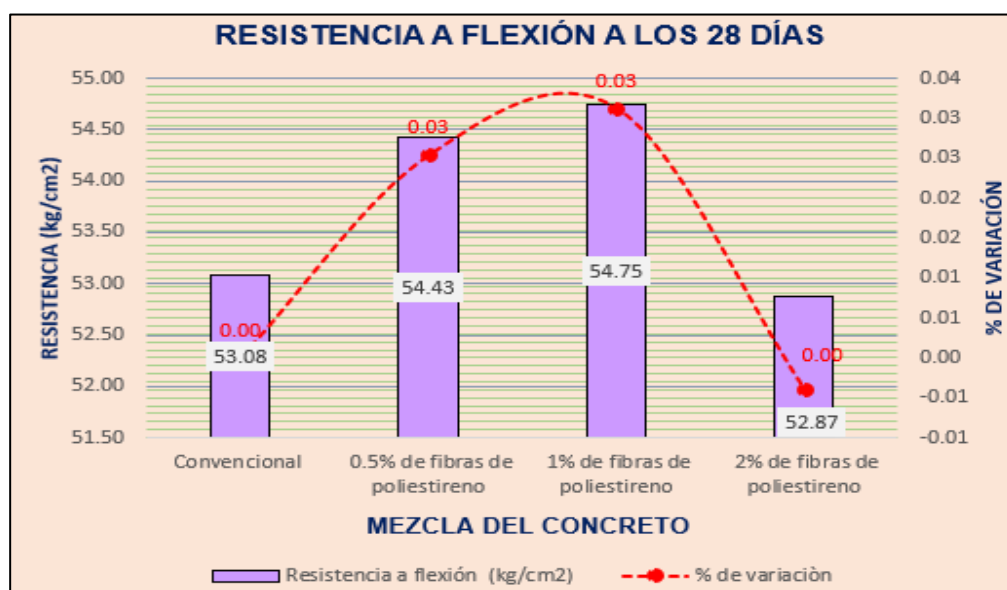
poliestireno, la resistencia alcanzó los 40.06 kg/cm<sup>2</sup>, presentando una variación del 0.00%. De esta manera, se puede apreciar que el agregado del 1% de fibras de poliestireno resultó en una mayor resistencia a la flexión del concreto autocompactante a los 14 días.

**a) Resistencia a flexión a los 28 días**

**Tabla 25:** Resultados de MR del concreto autocompactante a los 28 días

Mezcla del concreto	Muestra	Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	% de variación
Convencional	53.57	53.08	0.00
	52.44		
	53.24		
0.5% de fibras de poliestireno	54.39	54.43	0.03
	54.56		
	54.35		
1% de fibras de poliestireno	54.76	54.75	0.03
	54.57		
	54.91		
2% de fibras de poliestireno	53.25	52.87	0.00
	52.69		
	52.68		

**Nota:** Propia



**Figura 32:** Variación del MR a los 28 días

**Nota:** Propia

En la tabla 25 y en la figura 32 se aprecia, los resultados de resistencia a flexión del concreto autocompactante con adición de fibras de poliestireno, cuyos valores de resistencia del concreto autocompactante convencional a los 28 días fue 53.08 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la adición de 0.5% de fibras de poliestireno



la resistencia aumento al 54.43 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de variación de 0.03%, con la adición de 1% de fibras de poliestireno la resistencia aumentó al 54.75 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de variación de 0.03%, con la adición de 2% de fibras de poliestireno la resistencia redujo al 52.87 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de variación de 0.00%, por lo que se aprecia que el 1% de fibras de poliestireno genero mayor resistencia a flexión del concreto autocompactante a los 28 días.

Finalmente se afirma que el 0.5% y 1% de adición de fibras de poliestireno al concreto autocompactante es idóneo para mejorar la resistencia a flexión del concreto que mejoro la resistencia de 53.08 kg/cm<sup>2</sup> hasta 54.75 kg/cm<sup>2</sup>.

### 5.3. Prueba de hipótesis

#### 5.3.1. Primera hipótesis específica

El contenido de aire del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido aumenta al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.

#### Planteamiento de hipótesis

- **H0:** El contenido de aire del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido **no** aumenta al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.
- **H1:** El contenido de aire del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido aumenta al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.

Evaluación de la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk

Planteamiento de hipótesis:

(Ho): Los datos se distribuyen normalmente.

(Ha): Los datos no siguen una distribución normal.

Poliestireno	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de aire						
Concreto Convencional	,385	3	.	,750	3	,000
0.5% de poliestireno	,385	3	.	,750	3	,000
1% de poliestireno	,385	3	.	,750	3	,000
2% de poliestireno	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura 33:** Análisis de normalidad

**Nota:** Propia

La Figura 33 presenta los resultados del test de normalidad de Shapiro-Wilk, donde todos los valores de significancia superan 0.05, lo que conduce a la aceptación de la hipótesis alternativa, indicando que los datos no se distribuyen de manera normal.

### Prueba de Kruskal - Wallis

- P-Valor <  $\alpha$  se rechaza  $H_0$  se acepta la  $H_a$
- P-Valor >  $\alpha$  no se rechaza  $H_0$  se acepta la  $H_0$

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Contenido de aire es la misma entre las categorías de Poliestireno.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,029	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

**Figura 34:** resultados de la prueba de Kruskal - Wallis

**Nota:** Propia

Se observa que  $V_{sig}$  es menor que 0.05 al llevar a cabo la prueba de Kruskal-Wallis, lo que conduce a la aceptación de la hipótesis alternativa. Por lo tanto, se infiere que la adición de fibra de poliestireno aumenta el contenido de aire del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido, especialmente en aplicaciones para losas aligeradas.

### 5.3.2. Segunda hipótesis específica

La consistencia del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido varía significativamente al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.

#### Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística

**H<sub>0</sub>:** La consistencia del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido varía significativamente al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.

**H<sub>a</sub>:** La consistencia del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido varía significativamente al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.

## Estadístico de prueba

Antes de poner a prueba las hipótesis, se llevan a cabo pruebas de normalidad para determinar si se debe emplear un análisis paramétrico o no paramétrico. Si los datos cumplen con la suposición de normalidad, se procede con la prueba de ANOVA de un factor.

**Para verificar los supuestos de normalidad en los datos de consistencia del concreto autocompactante, se plantean las siguientes hipótesis:**

Ho: Los datos se distribuyen normalmente.

Ha: Los datos no se distribuyen normalmente.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
Poliestireno		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso unitario	Concreto Convencional	,253	3	.	,964	3	,637
	0.5% de poliestireno	,381	3	.	,760	3	,022
	1% de poliestireno	,385	3	.	,750	3	,000
	2% de poliestireno	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura 35:** Evaluación de la normalidad de los datos de consistencia del concreto autocompactante.

**Nota:** Propia

En la figura 35, Los resultados del test de normalidad de Shapiro-Wilk muestran que no todos los valores de significancia superan 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que los datos no siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%. Dado que los supuestos de normalidad no se cumplen, se procede a realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para datos con más de dos grupos.

**Prueba no paramétrica de kruskall para datos de consistencia del concreto autocompactante:**

- P-Valor  $\leq \alpha$  se rechaza Ho se acepta la Ha
- P-Valor  $> \alpha$  no se rechaza Ho se acepta la Ho

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Peso unitario es la misma entre las categorías de Poliestireno.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,033	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

**Figura 36:** Prueba de Kruskal-wallis para datos de consistencia del concreto autocompactante

**Nota:** Propia

En la figura 36, Los resultados del test de Kruskal indican que, con un nivel de significancia del 5%, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto se debe a que el valor de significancia para los datos de consistencia del concreto autocompactante es 0.033. Al rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa, se concluye que la consistencia del concreto autocompactante, tanto en estado fresco como endurecido, varía significativamente al incorporar fibras de poliestireno para losas aligeradas.

#### 5.3.3. Tercera hipótesis específica

La resistencia a la compresión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido cambia considerablemente al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.

#### Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística

**Ho:** La resistencia a la compresión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido no cambia al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.

**Ha:** La resistencia a la compresión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido cambia considerablemente al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.

**Se realiza la prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión del concreto autocompactante:**

(Ho): Los datos siguen una distribución normal.

(Ha): Los datos no siguen una distribución normal.

### Pruebas de normalidad

	Fibra de Poliestireno	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión a los 7 días	Concreto Convencional	,218	3	.	,988	3	,788
	0.5% de poliestireno	,185	3	.	,998	3	,924
	1% de poliestireno	,219	3	.	,987	3	,780
	2% de poliestireno	,184	3	.	,999	3	,930
Resistencia a la compresión a los 14 días	Concreto Convencional	,314	3	.	,892	3	,362
	0.5% de poliestireno	,371	3	.	,784	3	,078
	1% de poliestireno	,257	3	.	,961	3	,620
	2% de poliestireno	,303	3	.	,909	3	,415
Resistencia a la compresión a los 28 días	Concreto Convencional	,376	3	.	,772	3	,049
	0.5% de poliestireno	,371	3	.	,785	3	,079
	1% de poliestireno	,322	3	.	,880	3	,325
	2% de poliestireno	,298	3	.	,915	3	,437

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura 37:** Se lleva a cabo la evaluación de la normalidad para los datos de resistencia a la compresión del concreto autocompactante.

**Nota:** Propia

En la figura 37, Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk muestran que no todos los valores de significancia son mayores a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Dado que los supuestos de normalidad no se cumplen, se procede a realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

**La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para los datos de resistencia a la compresión del concreto autocompactante se interpreta de la siguiente manera:**

Si el valor p es menor que el nivel de significancia ( $\alpha$ ), se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_a$ ).

Si el valor p es mayor que  $\alpha$ , no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta como válida.

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Resistencia a la compresión a los 7 días es la misma entre las categorías de Fibra de Poliestireno.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,038	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Resistencia a la compresión a los 28 días es la misma entre las categorías de Fibra de Poliestireno.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,070	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de Resistencia a la compresión a los 14 días es la misma entre las categorías de Fibra de Poliestireno.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,022	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

*Figura 38: Resumen de prueba de hipótesis de datos de resistencia la compresión del concreto autocompactante*

**Nota:** Propia

En la figura 38, Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis revelan que, con un nivel de significancia del 5%, se obtuvieron valores de significancia de 0.038, 0.070 y 0.022. De estos, dos valores son inferiores al 5%. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que la resistencia a la compresión del concreto autocompactante, tanto en estado fresco como endurecido, experimenta cambios significativos al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.

#### 5.3.4. Cuarta hipótesis específica

La resistencia a la flexión del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido presenta resultados favorables incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.

#### Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística

**H<sub>0</sub>:** La resistencia a la flexión del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido no presenta resultados favorables incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.

**Ha:** La resistencia a la flexión del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido presenta resultados favorables incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.

**Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la flexión del concreto autocompactante:**

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal.

**Pruebas de normalidad**

	Fibra de Poliestireno	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexion a los 7 días	Concreto Convencional	,312	3	.	,895	3	,371
	0.5% de poliestireno	,306	3	.	,905	3	,401
	1% de poliestireno	,182	3	.	,999	3	,937
	2% de poliestireno	,175	3	.	1,000	3	,991
Resistencia a la flexion a los 14 días	Concreto Convencional	,370	3	.	,785	3	,080
	0.5% de poliestireno	,243	3	.	,972	3	,679
	1% de poliestireno	,279	3	.	,939	3	,525
	2% de poliestireno	,252	3	.	,965	3	,640
Resistencia a la flexion a los 28 días	Concreto Convencional	,273	3	.	,945	3	,550
	0.5% de poliestireno	,318	3	.	,887	3	,344
	1% de poliestireno	,198	3	.	,995	3	,870
	2% de poliestireno	,380	3	.	,763	3	,029

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura 39:** Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la flexión del concreto autocompactante.

**Nota:** Propia

En la figura 39, Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk muestran que no todos los valores de significancia superan 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, lo que sugiere que los datos no se distribuyen normalmente con un nivel de significancia del 5%. Dado que los datos no cumplen con el supuesto de normalidad, se procede a realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para datos con más de dos grupos.

**La prueba paramétrica de Kruskal-Wallis para los datos de resistencia a la compresión del concreto autocompactante se interpreta de la siguiente manera:**

Si el valor de p es menor que el nivel de significancia ( $\alpha$ ), se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alternativa (Ha). Si el valor de p es mayor que  $\alpha$ , no se rechaza Ho y se acepta Ho.

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Resistencia a la flexion a los 7 días es la misma entre las categorías de Fibra de Poliestireno.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,038	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Resistencia a la flexion a los 14 días es la misma entre las categorías de Fibra de Poliestireno.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,025	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de Resistencia a la flexion a los 28 días es la misma entre las categorías de Fibra de Poliestireno.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,025	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

**Figura 40:** Resumen de la prueba de hipótesis de los datos de resistencia a la flexión del concreto autocompactante.

**Nota:** Propia

En la figura 40, Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis muestran que, con un nivel de significancia del 5%, se obtuvieron valores de 0.038, 0.025 y 0.025, todos por debajo del umbral del 5%. Esto lleva a la aceptación de la hipótesis alternativa, lo que sugiere que la incorporación de fibra de poliestireno tiene un impacto significativo en la resistencia a la flexión del concreto autocompactante, especialmente en el contexto de losas aligeradas en Huancayo en el año 2022.



## CAPÍTULO VI

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 6.1. Discusión con antecedentes

- **OG**

En relación con el objetivo general, se observa que al agregar fibras de poliestireno al concreto autocompactante, se logra reducir el peso unitario del material, lo que lo hace adecuado para su uso en losas aligeradas. Es importante destacar que la adición del 1% de poliestireno resulta en la mejor resistencia a la flexión, con un aumento del 54.75%. Además, en términos de resistencia a la compresión, se registra un incremento del 6%, alcanzando una resistencia de 259.49 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, la capacidad de paso del concreto, evaluada mediante la prueba de la caja L, se mantiene en 0.85 con el 1% de poliestireno, lo que indica que sigue siendo autocompactante. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, al agregar más EPS, el concreto pierde su capacidad de autocompactación.

Al respecto los autores Córdova y Vega (2022), haciendo referencia a un antecedente nacional en su estudio titulado "Concreto Autocompactante con la

Adición de Aditivo Superplastificante Sika Plast 306 y Cenizas Volantes", se indica que los resultados demostraron mejoras notables en las propiedades físicas y mecánicas del concreto autocompactante al incluir cenizas volantes.

- **OE1**

Se notó que conforme aumentaba el porcentaje de adición de poliestireno, también aumentaba el contenido de aire. Por ejemplo, en el concreto convencional, el contenido de aire fue del 2.15%. Sin embargo, al añadir un 0.5% de fibras de poliestireno, el contenido de aire aumentó hasta el 3.15%, con una variación porcentual de 0.01%. Al incrementar al 1% de fibras de poliestireno, el contenido de aire se elevó al 3.27%, con una variación del 0.04%. Finalmente, al añadir un 2% de fibras de poliestireno, el contenido de aire aumentó hasta el 3.38%, con una variación del 0.08%.

Al respecto el autor Córdova (2021) Presentó resultados de las diferentes dosificaciones del aditivo incorporador de aire (0 kg/cm<sup>3</sup>, 0.012 kg/m<sup>3</sup>; 0.014 kg/m<sup>3</sup>, 0.015 kg/cm<sup>3</sup> y 0.017 kg/cm<sup>3</sup>) obtuvo los valores de contenido de aire igual a 3.20% (Patrón D01-SCC), 6% (Aire SCC-001), 7% (Aire SCC-002), 8% (Aire SCC-003) y 9% (Aire SCC-004). De ese modo, se afirma que ante más adición de fibras o aditivos el contenido de aire se incrementa.

- **OE2**

En relación al segundo objetivo específico, en cuanto a la capacidad de paso medida con la caja L, se observó que para el (CAC) esta fue de 0.923. Sin embargo, al agregar un 0.5% de (EPS) al CAC, la capacidad de paso disminuyó a 0.887, mostrando una reducción del 3.97%. Al aumentar la cantidad de EPS al 1% en el CAC, la capacidad de paso se redujo aún más a 0.847, con una disminución del 8.30%. Finalmente, con un 2% de EPS agregado al CAC, la capacidad de paso disminuyó significativamente a 0.793, lo que representa una reducción del 14.08%.

En cuanto al análisis realizado con el embudo V, se observó que el tiempo de paso para el CAC fue de 7.35 segundos. Al agregar un 0.5% de EPS al CAC, el tiempo de paso se redujo a 7.06 segundos, lo que equivale a una disminución del 4%. Con un 1% de EPS adicionado al CAC, el tiempo de paso disminuyó aún más a 7.01 segundos, representando una reducción del 5%. Por último, al incorporar un 2% de

EPS al CAC, el tiempo de paso se redujo a 6.86 segundos, lo que significa una disminución del 7%.

Al respecto el autor Romero (2018) Los resultados obtenidos al evaluar la consistencia del concreto autocompactante mostraron que, al agregar residuos industriales, la consistencia varió entre 0.65 cm y 0.72 cm, mientras que en el concreto convencional fue de 0.58 cm. Estos hallazgos son similares a los resultados encontrados en el estudio anterior y en la presente investigación. Del mismo modo en el estudio de Palencia (2020), al incorporar polietileno de alta densidad, se observó una mejora en la consistencia del concreto, pasando de 0.59 cm a 0.63 cm, resultados que concuerdan con los obtenidos en la investigación actual.

- **OE3**

Con respecto al tercer objetivo específico, se obtuvo que las fibras de poliestireno del 1% y 2% incrementan la resistencia del concreto autocompactante aplicado en losas aligeradas ya que los valores obtenidos en la resistencia a compresión es 259.49 kg/cm<sup>2</sup> y 255.93 kg/cm<sup>2</sup>, y en la resistencia a flexión se obtuvo mejorar en la resistencia con el 0.5% y 1% de fibras con valores de 54.39 kg/cm<sup>2</sup> y 54.66 kg/cm<sup>2</sup>.

Al respecto el autor Cayatopa, Córdova y Vega (2022) Los resultados de la investigación mostraron que la resistencia a la compresión máxima del concreto se logró con una adición del 15% de cenizas volantes, con un promedio de 432.36 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia mínima se observó en el concreto estándar, con un valor de 302.03 kg/cm<sup>2</sup>. Estos hallazgos son similares a los obtenidos por Silva, Valencia y Delvasto (2018), quienes registraron valores de resistencia de 240.79 kg/cm<sup>2</sup> y 249.14 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se puede afirmar que los resultados de la presente investigación son consistentes con los encontrados en los antecedentes mencionados.

- **OE4**

En relación con el cuarto objetivo específico, se evaluó la resistencia a la flexión en un concreto autocompactante destinado a losas aligeradas. Los resultados indicaron que la resistencia obtenida en la muestra convencional fue de 53.08 kg/cm<sup>2</sup>. Al agregar un 0.5% de fibras de poliestireno, la resistencia aumentó a

54.43 kg/cm<sup>2</sup>, representando una variación del 0.03%. Con una adición del 1% de fibras de poliestireno, la resistencia alcanzó los 54.75 kg/cm<sup>2</sup>, con una variación del 0.03%. Por otro lado, al incorporar un 2% de fibras de poliestireno, la resistencia disminuyó a 52.87 kg/cm<sup>2</sup>, manteniendo una variación del 0.00%. Por lo tanto, se concluye que la dosificación del 1% de fibras de poliestireno condujo a una mayor resistencia a la flexión en el concreto autocompactante.

De la misma forma Najarro (2019), Se hace referencia a que las deflexiones de las losas presentan una variación que oscila entre el 2% y el 5.4%. Se llevó a cabo una verificación de los resultados para asegurar que cumplen con los límites establecidos por los parámetros de flechas máximas especificados en la norma E 020. Además, se destaca que se logra un ahorro del 9.10% en el costo total de la losa aligerada con ladrillo convencional.

## CONCLUSIONES

### Objetivo general

La adición de fibras de poliestireno a un concreto autocompactante utilizado en losas aligeradas mejora de forma notable las propiedades en estado fresco y endurecido en comparación con un concreto autocompactante que no contiene estas fibras. Se destacan los resultados más favorables al utilizar una dosificación del 1% de poliestireno, logrando una resistencia a la flexión óptima del 54.75%. Además, se observa un aumento del 6% en la resistencia a la compresión, alcanzando un valor de  $f'c = 259.49 \text{ kg/cm}^2$  respecto al diseño inicial de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . En cuanto a la capacidad de paso del concreto utilizando la caja L, se mantiene en un nivel adecuado con un valor de 0.85 para la dosificación del 1%, lo que confirma su carácter autocompactante al superar el umbral de 0.80. Sin embargo, se señala que al añadir más EPS se pierde esta propiedad autocompactante.

### Objetivo específico 1

Se verifica que  $V_{sig} < 0.05$  durante la realización de la prueba de Kruskal-Wallis, lo que conduce a la aceptación de la hipótesis alternativa. Esto lleva a la conclusión de que el contenido de aire del concreto autocompactante, tanto en su estado fresco como endurecido, aumenta con la adición de fibra de poliestireno para losas aligeradas.

Se observó que existe una correlación directa entre el porcentaje de adición de poliestireno y el contenido de aire. En el concreto convencional, el contenido de aire fue registrado en un 2.15%. Sin embargo, al añadir un 0.5% de fibras de poliestireno, este contenido se elevó hasta un 3.15%, mostrando un incremento del 0.01%. Al incrementar la adición de poliestireno al 1%, el contenido de aire alcanzó un 3.27%, representando un aumento del 0.04%. Por último, al añadir un 2% de fibras de poliestireno, el contenido de aire se incrementó hasta un 3.38%, con un aumento del 0.08%.

### Objetivo específico 2

Los resultados de la prueba de hipótesis mediante Kruskal-Wallis, con un nivel de significancia del 5%, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que la consistencia del concreto autocompactante, tanto en su estado fresco como endurecido, varía significativamente al introducir fibra de poliestireno para losas aligeradas.

Utilizando el método de la caja L, se observa que la capacidad de paso del CAC es de 0.923. Sin embargo, al agregar un 0.5% de EPS al CAC, la capacidad de paso disminuye al 0.887, lo que representa una variación del -3.97%. Con un 1% de EPS, la capacidad de paso baja a 0.847, con una variación de -8.30%. Finalmente, con un 2% de EPS, la capacidad de paso desciende a 0.793, mostrando una variación de -14.08%. En cuanto al análisis realizado con el embudo V, se registra un tiempo de paso de 7.35 segundos para el CAC. Para el CAC con un 0.5% de EPS, el tiempo de paso disminuye a 7.06 segundos, reflejando una variación del -4%. Con un 1% de EPS, el tiempo de paso se reduce aún más a 7.01 segundos, con una variación del -5%. Finalmente, con un 2% de EPS, el tiempo de paso alcanza los 6.86 segundos, lo que representa una variación del -7%. Se identifica que los valores de capacidad de paso superan el umbral de 0.8 utilizando el método de la caja L, lo que indica que el concreto conserva su característica autocompactante hasta la adición del 1% de EPS.

### **Objetivo específico 3**

De acuerdo con la prueba de hipótesis por la prueba de Anova, con un nivel de significancia del 5% acepta la hipótesis alterna ratificando que la incorporación de la fibra de poliestireno influye significativamente en la resistencia a la compresión de un concreto autocompactante, para losas aligeradas.

Se observa que la resistencia a la compresión en la muestra convencional a los 28 días fue de 244.24 kg/cm<sup>2</sup>. Con la adición del 0.5% de fibras de poliestireno, la resistencia alcanzó los 251.60 kg/cm<sup>2</sup>, con una variación del 0.03%. Al aumentar la dosis al 1% de fibras de poliestireno, la resistencia aumentó aún más, alcanzando los 259.49 kg/cm<sup>2</sup>, con una variación del 0.06%. Con el 2% de fibras de poliestireno, la resistencia fue ligeramente menor, llegando a 255.93 kg/cm<sup>2</sup>, con una variación del 0.05%. Estos resultados indican que la dosificación del 1% de fibras de poliestireno produjo la mayor resistencia a la compresión en el concreto autocompactante en un período de 28 días.

### **Objetivo específico 4**

De acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis, indica que con un nivel de significancia del 5%, se obtuvo como resultados 0.038, 0.025 y 0.025, donde todos los valores de significancia son menores al 5%, aceptando la hipótesis alterna ratificando que la

incorporación de la fibra de poliestireno tiende a intervenir eficientemente en la resistencia a la flexión en un concreto autocompactante, para losas aligeradas.

Se lograron valores de resistencia en el concreto convencional de 53.08 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que al agregar un 0.5% de fibras de poliestireno, la resistencia aumentó a 54.43 kg/cm<sup>2</sup>, con un cambio del 0.03% en comparación con el concreto convencional. Con una adición del 1% de fibras de poliestireno, la resistencia aumentó aún más, alcanzando los 54.75 kg/cm<sup>2</sup>, con el mismo porcentaje de variación del 0.03%. Sin embargo, al incrementar la dosificación al 2% de fibras de poliestireno, la resistencia disminuyó ligeramente a 52.87 kg/cm<sup>2</sup>, aunque el porcentaje de variación fue nulo. Por lo tanto, se concluye que la dosificación del 1% de fibras de poliestireno resultó en una mayor resistencia a la flexión del concreto autocompactante.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso del 1% de fibra de poliestireno ya que con este se logra mejorar hasta en un 6% la resistencia a la compresión, así como también se recomienda que para futuras investigaciones se analicen otras proporciones de fibra de poliestireno con aditivos adicionales para ver si presenta mejores resultados que ayudarían a mejorar las propiedades del concreto.
2. Para futuras investigaciones es recomendable evaluar el tiempo de fraguado del concreto autocompactante al adicionar fibras de poliestireno para conocer el tiempo que demora este tipo de concreto para llegar al estado endurecido.
3. Así como en nuestra investigación, se recomienda que para problemas semejantes se realice un exhaustivo análisis de agua pues este proporciona que nuestra investigación tenga una mayor confiabilidad y ayuda que los resultados sean más precisos y no presente fallas notables a la hora de realizar los demás ensayos.
4. Utilizar probetas diseñadas con agregado grueso de  $\frac{1}{2}$ ", no agregado superior, para obtener un resultado mucho más óptimo que el normal en el ensayo de ultrasonido. Se recomienda realizar más investigaciones en las que se varíe la forma de proceso de obtención de la fibra mostrando si hay una variación en sus propiedades y su influencia en el concreto.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ann, M. 2017.** blogspot. *blogspot*. [Online] 12 de Julio de 2017. <http://meryanguaita.blogspot.com/>.
- Apaza, R. 2020.** *Patologías del concreto en la ciudad de Juliaca*. Universidad Anadina Néstor Cácere Velásquez. Juliaca : s.n., 2020. Tesis de pregrado.
- Bernabé, J. 2020.** *Análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020*. Cañete : s.n., 2020.
- Bernal, C. 2010.** *Metodología de la Investigación*. [ed.] Perarson educación. s.l. : 3era edición, 2010.
- Blanco e Villalpando. 2012.** *Metodología de la Investigación quinta edición*. s.l. : ALPHAEDITORIAL, 2012.
- Blanco, A. 1994.** *Análisis estructural en losas aligeradas*. Chile : s.n., 1994.
- Carrasco. 2005.** *Muestra - Metodología de la investigación*. 2005. p. 243.
- Cayatopa, B, Córdova, C e Vega, J. 2022.** *Concreto Autocompactante con Incorporación de Aditivo Superplastificante Sika Plast 306 y Cenizas Volantes*. Jaen - Peru : s.n., 2022.
- cemex. 2019.** Tipos de cementos. *Cementos Portland*. [Online] 19 de junio de 2019.
- Chanta, D e Zuta, C. 2020.** *Influencia de aditivos basados en Policarbixilato en las propiedades del concreto autocompactante*. Facultad de ingeniería , Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2020. p. 208, Pre grado .
- Chavez, J. 2019.** *Diseño por flexión en armaduras - diseño de acero*. 2019.
- Cordova, J. 2021.** *Propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021*. Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2021. p. 126, Tesis de pregrado.
- diseño de la investigación - Metodología de la investigación*. **Hernandez, B. 2014.** 2014.
- Especificación ASTM C 143. 2019.** *Propiedades físicas del concreto*. 2019.
- Espinoza, C e Espinoza, W. 2019.** *Influencia de las precipitaciones pluviales en la resistencia del concreto para losas aligeradas en la localidad de Huancavelica , 2019*. Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica., 2019.
- Fernandez, O. 2023.** *Diseño estructural del pabellón de consultorios externos para un hospital de nivel III en la ciudad de Trujillo 2019*. Universidad César Vallejo. Trujillo : s.n., 2023. Tesis de pregrado.

- Giraldo, J. 2016.** *Manual para los seminarios de Investigación en Psicología.* 2016.
- Gonzáles, S, Verde, A e Romero, C. 2005.** *Concreto autocompactable: Propuesta para el diseño de mezcla. Beneficio técnico y consideraciones básicas para su implementación en el Salvador.* Universidad de el Salvador . El Salvador : s.n., 2005. Tesis de pregrado .
- Grupo Euclíp Toxement. Toxement. 2019.** Tocancipá : s.n., 2019, Concreto autocompactante, version 2017.
- Harmsen, T. 2005.** *Conponentes del concreto.* 2005.
- IS 0.10, Manual de instalaciones de techo y aligerado. 2015.** *sistema de instalaciones aligeadas.* s.l. : Huancavelica , 2015.
- Kosmatka e Panarese. 1992.** *Componentes del concreto- definicion.* 1992.
- . **1992.** *Propiedades del concreto.* 1992.
- lixmath.losas. 2020.** *diseño de losas aligeradas.* 2020.
- Manzi, J e Garcia, M. 2019.** Validez de evaluaciones educacionales en Chile y Latinoamerica. Chile : s.n., 2019.
- Marquez. 2018.** *Metodologia de la investigcion - tecnicas e instrumentos de recoleccion de datos.* 2018.
- Martínez, R. 2021.** *Evaluación del uso de áridos reciclados de hormigón en la fabricación de hormigones autocompactantes y morteros de cemento.* España : Universidad de Leon, 2021.
- Mendoza, J. 2020.** *Diseño de losas aligeradas con viguetas prefabricadas: solución de casos especiales.* Lima : s.n., 2020.
- Metodo de instigacion - Metodologia de la investigacion . Bernal . 2000.* 2000.
- Mondragón, E. 2020.** *Influencia de la fibra de poliestireno en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para una resistencia de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>.* Universidad Señor de Sipán . Pimentel : s.n., 2020. Tesis de pregrado.
- Muciño, A. 2020.** *Laboratorio de Estructuras de Materiales y Sistemas Estructurales.* lima : s.n., 2020.
- Najarro, A. 2019.** *“Evaluación de resistencia estructural de losas aligeradas con unidades de albañilería convencional y compuesto utilizado en edificaciones, Lima – 2019”* . Lima : s.n., 2019.
- Norma Tecnica de Edificaciones, NTP0.20. 2006.** *Definicion de teminos segun la NTP 0.20.* 2006.
- Orchad. 1976.** *Propiedades del concreto - clasificacion .* 1976.

- Oseda, D. 2011.** *Metodología de investigación*. Lima : s.n., 2011.
- Ottazzi, G. 2022.** *Seguridad para construir edificaciones sísmicas " construcciones en concreto armado"*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima : s.n., 2022.
- Oxford. 2017.** El estudio del agua - concepto y componentes. [Online] 12 de mayo de 2017.
- Palencia, D. 2020.** *Evaluación de las propiedades en estado fresco de un concreto autocompactante con adición de polietileno de alta densidad recuperado granulado*. Bogotá - Colombia : Universidad Nacional de Colombia, 2020.
- Palomino, J. 2018.** *Estudio comparativo en la autoconstrucción de edificaciones utilizando concreto autocompactante con la incorporación de aditivo superplastificante frente al concreto convencional realizados en la ciudad de Abancay*. Abancay : Universidad Tecnológica de los Andes, 2018.
- Pérez, N, et al. 2016.** *Evaluación de las propiedades mecánicas del poliestireno expandido*. Instituto Mexicano del transporte. Sanfandila : s.n., 2016.
- Poblacion - Metodología de la investigación. Sampieri. 2014.* 2014, p. 39.
- Rabanal, D e Su Chaqui, A. 2017.** *Diseño de concreto autocompactable*. 2017.
- Rabanal, D e Su Chaquí, A. 2017.** *Diseño de un concreto autocompactante*. Universidad Señor de Sipán . Pimentel : s.n., 2017. Tesis de pregrado .
- Rodríguez, J. 2015.** *componentes del cemento*. Piura : s.n., 2015.
- Romero, A. 2018.** *Estudio de hormigones autocompactantes fabricados con residuos industriales como filler*. Córdoba : Universidad de Córdoba, 2018.
- Ruiz, C. 2002.** *Instrumentos de Investigación Educativa*. Venezuela: Fedupel. : s.n., 2002.
- Silva, Y, Valencia, W e Delvasto, S. 2018.** *Self-compacting concrete with high content of coal combustion sub-products*. universidad del valle. Colombia : s.n., 2018.
- Superplastificantes para concreto, Sika Perú. 2016.** Concreto pre mezclado para mezclas convencionales. [Online] 19 de junio de 2016.
- Torres, K e Arias, J. 2019.** *"Comportamiento de losas alivianadas de hormigón tradicional y mezclado con poliestireno expandido"*. Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Guayaquil : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
- Troxell. 1968.** *Propiedades del concreto - definición y componentes* . 1968.
- Waddell. 1968.** *Propiedades del concreto - conceptos y clasificación* . 1968.

## **ANEXOS**

**Anexo N°01: Matriz de consistencia**

# “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Metodología
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuáles son los resultados de la evaluación de las propiedades del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evaluar de las propiedades del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>Las propiedades del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido presentan resultados notables al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Fibra de poliestireno</p>	<p>Dosificación</p>	<p>Optimo porcentaje</p>	<p>Porcentaje %</p>	<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Cuantitativo</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada.</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Correlacional</p> <p><b>CUANDO:</b> 2022</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> Cuasi - Experimental, considerando que el análisis a realizar es demostrable en todo el proceso.</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b></p> <p><b>POBLACIÓN:</b> La población en correspondiente a la investigación consta de 72 de concreto hidráulico y concreto fibra de poliestireno.</p> <p><b>MUESTRA:</b> Está conformado con fibras de poliestireno en 0.5%, 1% y 2%, de la siguiente manera: Para especímenes cilíndricos sometidos a compresión: 12 muestras para pruebas de resistencia a los 7 días.</p>
				<p>Contenido de absorción</p>	<p>Porcentaje de absorción</p>	<p>Fiola</p>	
				<p>Tratamiento de la fibra</p>	<p>Ensayo de materiales</p>	<p>Instrumentos en laboratorio</p>	
				<p>Contenido de aire</p>	<p>% de vacíos</p>	<p>Contenido de aire</p>	
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>a) ¿Cómo incide el contenido de aire del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas?</p> <p>b) ¿Cuánto varia la consistencia del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a) Determinar la incidencia del contenido de aire del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.</p> <p>b) Identificar la variación de la consistencia del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.</p> <p>c) Analizar el cambio de la resistencia a la compresión del concreto</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>a) El contenido de aire del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido aumenta al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.</p> <p>b) La consistencia del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido varia significativamente al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.</p>	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Propiedades del concreto autocompactable en estado fresco y endurecido</p>	<p>Consistencia</p>	<p>Trabajabilidad</p>	<p>Caja “L”</p> <p>Embudo en “V”</p>	
				<p>Resistencia a la compresión</p>	<p>Carga máxima a compresión</p> <p>Tipo de falla</p>	<p>Carga axial (KN)</p> <p>Tipo de falla de rotura</p>	
				<p>Resistencia a la flexión</p>	<p>Módulo de roturas</p>	<p>Módulo de rotura (MR)</p>	

<p>c) ¿De qué manera cambia la resistencia a la compresión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas?</p> <p>d) ¿Qué resultados presenta la resistencia a la flexión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas?</p>	<p>autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.</p> <p>d) Determinar los resultados de la resistencia a la flexión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.</p>	<p>c) La resistencia a la compresión del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido cambia considerablemente al incorporar fibra de poliestireno para losas aligeradas.</p> <p>d) La resistencia a la flexión del concreto autocompactante en un estado fresco y endurecido presenta resultados favorables incorporando fibra de poliestireno para losas aligeradas.</p>			<p>Ubicación de la línea de fractura</p>	<p>Equipo de la línea de flexión</p>	<p>12 muestras para pruebas de resistencia a los 14 días.</p> <p>12 muestras para pruebas de resistencia a los 28 días.</p> <p>Para especímenes rectangulares sujetos a flexión:</p> <p>12 viguetas para pruebas a los 7 días.</p> <p>12 viguetas para pruebas a los 14 días.</p> <p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</b></p> <p>- Recolección de datos</p> <p><b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:</b></p> <p>- Estadístico y pirobalística.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	------------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables**



VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTUMENTOS
1: Variable Independiente  Fibra de poliestireno	De acuerdo con lo considerado por Mondragón Oblitas, (2020), la fibra de poliestireno se define como un material artificial resultado de la expansión de la espuma de poliestireno por un proceso de tratamiento químico o de procesos de vapor y de temperatura elevado, considerado como un buen aislante acústico y resistente.	La fibra de poliestireno se operacionaliza mediante sus dimensiones, que se detalla a continuación:  D1: Dosificación  D2: Contenido de absorción  D3: Propiedades de la fibra	Dosificación	Optimo porcentaje	Porcentaje %
			Contenido de absorción	Porcentaje de absorción	Fiola
			Propiedades de la fibra	Mecánicas  Térmicas	Ficha técnica
2: Variable Dependiente  Propiedades del concreto autocompactable en estado fresco y endurecido	Dicho con palabras de Gonzáles Morán, Verde Martínez, & Romero López, (2005), el concreto autocompactable en su estado fresco muestra una gran consistencia y es resistente a efectos de segregación, describiéndose de forma general como una suspensión de partículas complejas, su consistencia es menor a comparación de un concreto normal caracterizándose así por la capacidad de paso, relleno y segregación.	El concreto autocompactable en estado fresco y endurecido se operacionaliza mediante sus dimensiones, en las cuales se menciona a continuación:  D1: Contenido de aire  D2: Consistencia  D3: Resistencia a la compresión  D4: Resistencia a la flexión	Contenido de aire	% de vacíos	Ficha de recolección de datos
			Consistencia	Trabajabilidad	Caja "L"  Embudo en "V"
			Resistencia a la compresión	Carga máxima a compresión	Carga axial KN
				Tipo de falla	Tipo de falla de rotura
			Resistencia a la flexión	Módulo de roturas	Módulo de rotura MR
				Ubicación de la línea de fractura	Equipo de línea de flexión

**Anexo N°03: Matriz de operacionalización del instrumento**

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTUMENTOS	ESCALA				
				1	2	3	4	5
<b>1: Variable Independiente</b>	Dosificación	Optimo porcentaje	Porcentaje %		X			
	Fibra de poliestireno	Contenido de absorción	Porcentaje de absorción	Fiola				
Propiedades de la fibra		Mecánicas	Ficha técnica		X			
	Térmicas							
<b>2: Variable Dependiente</b>	Contenido de aire	% de vacíos	Ficha de recolección de datos		X			
	Consistencia	Trabajabilidad	Caja "L"		X			
			Embudo en "V"			X		
	Propiedades del concreto autocompactable en estado fresco y endurecido	Resistencia a la compresión	Carga máxima a compresión	Carga axial KN		X		
Tipo de falla			Tipo de falla de rotura					
Resistencia a la flexión	Módulo de roturas	Módulo de rotura MR			X			
	Ubicación de la línea de fractura	Equipo de línea de flexión						

**Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación**



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

SOLICITANTE:

: Bach. CHINCHAY REYNOSO MARWY  
SHAYURI

PROYECTO:

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS  
PROPIEDADES DEL CONCRETO  
AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO  
FRESCO Y ENDURECIDO  
INCORPORANDO FIBRA DE  
POLIESTIRENO PARA LOSAS  
ALIGERADAS"



**GEO TEST V S.A.C.**  
**2023**



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
Expediente N° : EXP-173-GEO-TEST-V-2023  
Peticonario : BACH.ING. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY  
Ubicación : HUANCAYO-JUNIN  
Estructura : VARIOS  
Codigo de formato : DM-MF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
Fecha de recepción : Set-22  
Cantera : PILCOMAYO  
N° de muestra : M1  
Clase de material : AGREGADO GRUESO  
Norma : NTP 400.012  
Ensayado por : Y.Z.L.Z  
Fecha de emisión : OCTUBRE 2022

## PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS AGREGADO GRUESO

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 400.012

Tamaño Máximo Nominal (TMN) : 1/2"  
Módulo de Finura (MF) : 6,36

Husos Correspondientes: HUSO 67

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	3325,10	47,80	47,80	52,20
3/8"	9,53	1751,50	25,18	72,97	27,03
N° 4	4,76	1448,70	20,82	93,80	6,20
N° 8	2,36	6,00	0,08	93,89	6,11
N° 16	1,18	0,30	0,00	93,89	6,11
FONDO		425,10	6,11	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>		<b>8956,70</b>	<b>100,00</b>		



### 2. PESO UNITARIO - NTP 400.017

Peso Unitario Suelto: 1399,62 kg/m<sup>3</sup>  
Peso Unitario Compactado: 1545,41 kg/m<sup>3</sup>

ITEM	M-1	M-2	M-3
Peso de recipiente (g)	8401,00	8401,00	8401,00
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3153,00	3153,00	3153,00
Muestra Suelta + recipiente (g)	12819,000	12807,000	12816,000
Muestra Compactada + recipiente (g)	13274,00	13272,00	13275,00
Peso Unitario Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	1,40	1,40	1,40
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1,55	1,54	1,55

### 4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - NTP 400.021

Peso específico de masa: 2,64 g/cm<sup>3</sup>  
Peso específico SSS: 2,67 g/cm<sup>3</sup>  
Peso específico aparente: 2,71 g/cm<sup>3</sup>  
Absorción: 0,96 %

ITEM	P-1	P-2	P-3
Peso de agregado estado SSS (g)	2889,1		
Peso de agregado sumergido (g)	1806,8		
Peso de agregado seco (g)	2861,0		
Peso Especifico de Masa (g/cm <sup>3</sup> )	2,64		
Peso Especifico SSS (g/cm <sup>3</sup> )	2,67		
Peso Especifico Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2,71		
Absorción (%)	0,96		

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.185

Contenido de Humedad: 0,80 %

ITEM	M-1
Masa de recipiente (g)	47,90
Masa de recipiente + Agreg. Humedo (g)	881,60
Masa de recipiente + Agreg. Seco (g)	875,00
Masa de agregado humedo (g)	833,70
Masa de agregado seco (g)	827,10
Contenido de Humedad (%)	0,80

### PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO

RESUMEN	
Tamaño Máximo Nominal	1/2" (Pulg)
Módulo de Finura	6,36
Contenido de Humedad	0,80 (%)
Peso unitario suelto (PUS)	1399,62 (Kg/m <sup>3</sup> )
Peso unitario compactado (PUC)	1545,41 (Kg/m <sup>3</sup> )
Peso Especifico de masa	2,64 (g/cm <sup>3</sup> )



RUC: 20606529229  
P.O. BOX #211 - CHILDA  
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.  
GEO TEST V @ GMAIL.COM  
LABGEO TEST V 02 @ GMAIL.COM



Yanis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 158161



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

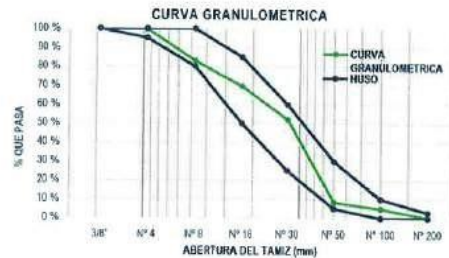
Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
Expediente N° : EXP-173-GEO-TEST-V-2023  
Peticionario : BACH. ING. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY  
Ubicación : HUANCAYO JUNIN  
Estructura : VARIOS  
Codigo de formato : DM-MF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
Fecha de recepción : Mar-23  
Cantera : PILCOMAYO  
N° de muestra : M1  
Clase de material : AGREGADO FINO  
Norma : NTP 400.012  
Ensayado por : Y.Z.L.Z  
Fecha de emisión : Jun-23

## PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS AGREGADO FINO

### 1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 400.012

Módulo de Finura (MF) 2.82

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.530	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	3.60	0.27	0.27	99.73
N° 8	2.360	226.50	16.87	17.14	82.86
N° 16	1.180	177.90	13.25	30.36	69.62
N° 30	0.600	235.50	17.54	47.82	52.08
N° 50	0.300	586.50	43.68	91.60	8.40
N° 100	0.150	46.50	3.46	95.06	4.94
N° 200	0.075	52.70	4.67	99.73	0.27
FONDO		3.60	0.27	100.00	0.00
TOTAL		1342.80	100 %		



### 2. PESO UNITARIO - NTP 400.017

Peso Unitario Suelto: 1379.73 kg/m<sup>3</sup>  
Peso Unitario Compactado: 1525.59 kg/m<sup>3</sup>

ITEM	M-1	M-2	M-3
Peso de Molde (g)	8491.000	8493.000	8493.000
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3153.75	3153.75	3153.75
Muestra Suelta + Molde (g)	12616.00	12807.00	12816.00
Muestra Compactada + Molde (g)	13274.00	13272.00	13275.00
Peso Unitario Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	1.40	1.37	1.37
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.55	1.52	1.52

### 4. PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN - NTP 400.022

Peso específico de Mas: 2.57 g/cm<sup>3</sup>  
Peso específico SSS: 2.62 g/cm<sup>3</sup>  
Peso específico Aparente: 2.71 g/cm<sup>3</sup>  
Absorción: 2.04 %

ITEM	P-1	P-1
Peso de Tara (g)	0	
Peso de Folia (g)	149.90	
Peso del agregado en estado SSS (g)	500.00	
Peso de Folia + Arena + Agua (g)	959.40	
Peso del agregado seco (g)	490.00	
Volumen de folia (cm <sup>3</sup> )	800.00	
Peso Especifico de Masa (g/cm <sup>3</sup> )	2.57	
Peso Especifico SSS (g/cm <sup>3</sup> )	2.62	
Peso Especifico Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.71	
Absorción (%)	2.04	

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.155

Contenido de Humedad: 0.35 %

ITEM	M-1	M-2
Peso de Tara (g)	48.3	
Tara + Agregado Humedo (g)	567.2	
Tara + Agregado Seco (g)	555.4	
Peso de agregado humedo (g)	510.9	
Peso de agregado seco (g)	509.1	
Contenido de Humedad (%)	0.35	

### PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO

RESUMEN	
Módulo de Finura:	2.82
Contenido de Humedad:	0.4 (%)
Peso unitario suelto (PUS):	1379.73 (Kg/m <sup>3</sup> )
Peso unitario compactado (FUC):	1525.59 (Kg/m <sup>3</sup> )
Peso Especifico de masa:	2.57 (g/cm <sup>3</sup> )
Absorción:	2.04 (%)

• RUC: 2006099293 • GEO TEST V S.A.C.  
• PISO GRAU #211 - C/1 RA • COOPERATIVA BUAL PDM  
• 980329953 / 952525151 • LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.



Y.Z.L.Z.  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 138161



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)

OBRA : TESIS: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
SOLICITA : BACH.ING. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY  
Expediente N° : EXP-173-GEO-TEST-V-2023 MUESTRA : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE  
FECHA : Set-23

CONCRETO: $f_c = 210$ Kg/cm <sup>2</sup>							
CARACTERIST.	PESO ESPECIFICO KM3	MODULO DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL %	PORCENTAJE DE ABSORCION	PESO SECO SUELTO KM3	PESO SECO COMPACTADO KM3	TAMAÑO MAXIMO
CEMENTO	3150	--	--	--	3.15		
AGREG. FINO	2572.18	2.82	0.35	2.04	1379.73	1525.59	-
AGREG. GRUESO	2643.44	6.36	0.80	0.98	1399.62	1545.41	1/2"

### VALORES DE DISEÑO

1) Fcr Kg/cm <sup>2</sup> :	295	6) RELACION DE A/C:	0.465
2) ASENTAMIENTO:	6" a 7"	7) AGUA	228 LT.
3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	1/2"		
4) CON AIRE INCORPORADO:	s		
5) VOL. DE AGREG. GRUESO:	0.548		
% DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO:			
FACTOR CEMENTO:	490 Kg/m <sup>3</sup>		
CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:	846 Kg/m <sup>3</sup>		
CANTIDAD DE AGREG. FINO:	698 Kg/m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:	0.156 m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:	0.228 m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:	0.025 m <sup>3</sup>	PASTA:	0.4087 m <sup>3</sup>
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:	0.320 m <sup>3</sup>	MORTERO:	0.6798 m <sup>3</sup>
SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :	0.729 m <sup>3</sup>		
SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:	0.729 m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO:	0.271 m <sup>3</sup>		
TOTAL:	1.000		

CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO				COEFICIENTE DE APORTE POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO			
CEMENTO:	490	Kg/m <sup>3</sup>		CEMENTO:	11.5	bolsas	
AGUA:	228	Lt/m <sup>3</sup>		AGUA:	241.3	Lt	
AGREGADO FINO:	697.55	Kg/m <sup>3</sup>		AGREGADO FINO:	0.51	m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO:	846.31	Kg/m <sup>3</sup>		AGREGADO GRUESO:	0.60	m <sup>3</sup>	

CORRECCION POR HUMEDAD			CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS		
FINO HUM.:	700	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO:	-1.69	%
GRUESO HUM.:	853	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO:	-0.18	%
			VOLUMEN DE AGUA:	-13.34	Lt
			AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.:	241	Lt/m <sup>3</sup>

CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD				VOLUMEN APARENTE EN PIE <sup>3</sup>	
CEMENTO:	490.32	Kg/m <sup>3</sup>		11.5	
RANGO DE AGUA:	241.34	Lt/m <sup>3</sup>		20.92	
AGREG. FINO HUMEDO:	699.99	Kg/m <sup>3</sup>		17.85	
AGREG. GRUESO HUMEDO:	853.08	Kg/m <sup>3</sup>		21.4	

PROPORCION EN PESO			PROPORCION EN VOLUMEN PIE <sup>3</sup>			DOSIFICACION EN m <sup>3</sup>		
Cemento :	1		Cemento :	1	Bolsas	Cemento :	11.54	Bolsas
Agua :	0.492		Agua :	20.92	L./bolsa	Agua :	0.241	m <sup>3</sup>
Arena :	1.43		Arena :	1.55	Pie <sup>3</sup>	Arena :	0.51	m <sup>3</sup>
Grava :	1.74		Grava :	1.85	Pie <sup>3</sup>	Grava :	0.61	m <sup>3</sup>
LIVOG :	0.546		LIVOG :	0.546	kg	LIVOG :	6.3	kg

RUC: 20606529229  
PSJ. GRAU #211 - CHILDA  
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.  
GEOTEST.V@GMAIL.COM  
LABGEOTESTV02@GMAIL.COM

*Luis Gamarra Espinosa*  
Luis Gamarra Espinosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196701





# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)

OBRA : TESIS: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
SOLICITA : BACH.ING. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY  
Expediente N° : EXP-173-GEO-TEST-V-2023 MUESTRA : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + 0.5% DE FIBRA DE POLIESTIRENO  
FECHA : Set-23

CONCRETO: $f_c = 210$ Kg/cm <sup>2</sup>							
CARACTERIST.	PESO ESPECIFICO KM3	MODULO DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL %	PORCENTAJE DE ABSORCION	PESO SECO SUELTO KM3	PESO SECO COMPACTADO KM3	TAMAÑO MAXIMO
CEMENTO	3150	--	--	--	3.15		
AGREG. FINO	2572.18	2.82	0.35	2.04	1379.73	1525.59	-
AGREG. GRUESO	2643.44	6.36	0.80	0.98	1399.62	1545.41	1/2"

### VALORES DE DISEÑO

1) $f_c$ Kg/cm <sup>2</sup> :	295	8) RELACION DE A/C:	0.485
2) ASENTAMIENTO:	6" a 7"	7) AGUA	228
3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	1/2"		
4) CON AIRE INCORPORADO	s		
5) VOL. DE AGREG. GRUESO:	0.548		
% DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO:			
FACTOR CEMENTO:	490	Kg/m <sup>3</sup>	
CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:	846	Kg/m <sup>3</sup>	
CANTIDAD DE AGREG. FINO:	698	Kg/m <sup>3</sup>	
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:	0.156	m <sup>3</sup>	
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:	0.228	m <sup>3</sup>	
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:	0.025	m <sup>3</sup>	
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:	0.320	m <sup>3</sup>	
SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :	0.729	m <sup>3</sup>	
SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:	0.729	m <sup>3</sup>	
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO:	0.271	m <sup>3</sup>	
<b>TOTAL:</b>	<b>1.000</b>		
		<b>PASTA:</b>	<b>0.4087</b> m <sup>3</sup>
		<b>MORTERO:</b>	<b>0.6798</b> m <sup>3</sup>

<b>CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO</b>		<b>COEFICIENTE DE APORTE POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>	
CEMENTO:	490 Kg/m <sup>3</sup>	CEMENTO:	11.5 Bolsas
AGUA:	228 Lt/m <sup>3</sup>	AGUA:	241.3 Lt
AGREGADO FINO:	697.55 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO:	0.51 m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO:	846.31 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO:	0.60 m <sup>3</sup>

<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>		<b>CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS</b>	
FINO HUM.:	700 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO:	-1.69 %
GRUESO HUM.:	853 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO:	-0.18 %
		VOLUMEN DE AGUA:	-13.34 Lt
		AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.:	241 Lt/m <sup>3</sup>

<b>CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD</b>		<b>VOLUMEN APARENTE EN PIE<sup>3</sup></b>	
CEMENTO:	490.32 Kg/m <sup>3</sup>		11.5
RANGO DE AGUA:	241.34 Lt/m <sup>3</sup>		20.92
AGREG. FINO HUMEDO:	699.99 Kg/m <sup>3</sup>		17.85
AGREG. GRUESO HUMEDO:	853.08 Kg/m <sup>3</sup>		21.4

PROPORCION EN PESO		PROPORCION EN VOLUMEN PIE <sup>3</sup>		DOSIFICACION EN m <sup>3</sup>			
Cemento :	1	Cemento :	1	Bolsas	Cemento :	11.54	Bolsas
Agua :	0.492	Agua :	20.92	L/bolsa	Agua :	0.241	m <sup>3</sup>
Arena :	1.43	Arena :	1.55	Pie <sup>3</sup>	Arena :	0.51	m <sup>3</sup>
Grava :	1.74	Grava :	1.85	Pie <sup>3</sup>	Grava :	0.61	m <sup>3</sup>
LIVOG :	0.546	LIVOG :	0.546	kg	LIVOG :	6.3	kg
0.5% DE FIBRA DE POLIESTIRENO 0.0050		0.5% DE FIBRA DE POLIESTIRENO, Pie <sup>3</sup> 0.0050		0.5% DE FIBRA DE POLIESTIRENO, kg 2.452			

RUC: 20606529229  
PSJ. GRAU #211 - CHILCA  
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.  
GEOTEST.V@GMAIL.COM  
LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



Luis Gamarrá Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 182101



# LABORATORIO GEO TEST V.S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)

OBRA : TESIS: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
SOLICITA : BACH.ING. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY  
Expediente N° : EXP-173-GEO-TEST-V-2023 MUESTRA : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + 1% DE FIBRA DE POLIESTIRENO  
FECHA : Set-23

CONCRETO: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$							
CARACTERIST.	PESO ESPECIFICO K/M3	MODULO DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL %	PORCENTAJE DE ABSORCION	PESO SECO SUELTO K/M3	PESO SECO COMPACTADO K/M3	TAMAÑO MAXIMO
CEMENTO	3150	--	--	--	3.15		
AGREG. FINO	2572.18	2.82	0.35	2.04	1379.73	1525.59	-
AGREG. GRUESO	2643.44	6.36	0.80	0.98	1399.62	1545.41	1/2"

### VALORES DE DISEÑO

1) Fcr Kg/cm <sup>2</sup> :	295	6) RELACION DE A/C:	0.465
2) ASENTAMIENTO:	6" a 7"	7) AGUA	228 LT.
3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	1/2"		
4) CON AIRE INCORPORADO:	s		
5) VOL. DE AGREG. GRUESO:	0.548		
% DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO:			
FACTOR CEMENTO:	490 Kg/m <sup>3</sup>		
CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:	846 Kg/m <sup>3</sup>		
CANTIDAD DE AGREG. FINO:	698 Kg/m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:	0.156 m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:	0.228 m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:	0.025 m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:	0.320 m <sup>3</sup>	PASTA:	0.4087 m <sup>3</sup>
SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :	0.729 m <sup>3</sup>	MORTERO:	0.6798 m <sup>3</sup>
SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:	0.729 m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO:	0.271 m <sup>3</sup>		
TOTAL:	1.000		

CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO		COEFICIENTE DE APORTE POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO	
CEMENTO:	490 Kg/m <sup>3</sup>	CEMENTO:	11.5 Bolsas
AGUA:	228 Lt/m <sup>3</sup>	AGUA:	241.3 Lt
AGREGADO FINO:	697.55 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO:	0.51 m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO:	846.31 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO:	0.60 m <sup>3</sup>

CORRECCION POR HUMEDAD		CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS	
FINO HUM.:	700 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO:	-1.69 %
GRUESO HUM.:	853 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO:	-0.16 %
		VOLUMEN DE AGUA:	-13.34 Lt
		AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.:	241 Lt/m <sup>3</sup>

CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD		VOLUMEN APARENTE EN PIE <sup>3</sup>	
CEMENTO:	490.32 Kg/m <sup>3</sup>		11.5
RANGO DE AGUA:	241.34 Lt/m <sup>3</sup>		20.92
AGREG. FINO HUMEDO:	699.99 Kg/m <sup>3</sup>		17.85
AGREG. GRUESO HUMEDO:	853.08 Kg/m <sup>3</sup>		21.4

PROPORCION EN PESO		PROPORCION EN VOLUMEN PIE <sup>3</sup>		DOSIFICACION EN m <sup>3</sup>			
Cemento :	1	Cemento :	1	Bolsas	Cemento :	11.54	Bolsas
Agua :	0.492	Agua :	20.92	L /bolsa	Agua :	0.241	m <sup>3</sup>
Arena :	1.43	Arena :	1.55	Pie <sup>3</sup>	Arena :	0.507	m <sup>3</sup>
Grava :	1.74	Grava :	1.85	Pie <sup>3</sup>	Grava :	0.610	m <sup>3</sup>
LIVOG :	0.546	LIVOG :	0.546	kg	LIVOG :	6.3	kg
1% DE FIBRA DE POLIESTIRENO 0.0100		1% DE FIBRA DE POLIESTIRENO, Pie <sup>3</sup> 0.0100		1% DE FIBRA DE POLIESTIRENO, kg 4.903			

▲ RUC: 20606529229  
 ♻️ Psj. GRAU #211-CHILCA  
 ☎️ 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V.S.A.C.  
 ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 ✉️ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



*Eluis Gamarrá Espinosa*  
 Eluis Gamarrá Espinosa  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 156101



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)

OBRA : TESIS: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
SOLICITA : BACH.ING. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY  
Expediente N° : EXP-173-GEO-TEST-V-2023 MUESTRA : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + 2% DE FIBRA DE POLIESTIRENO  
FECHA : Set-23

CONCRETO: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$							
CARACTERIST.	PESO ESPECIFICO K/M3	MODULO DE DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL %	PORCENTAJE DE ABSORCION	PESO SECO SUELTO K/M3	PESO SECO COMPACTADO K/M3	TAMAÑO MAXIMO
CEMENTO	3150	--	--	--	3.15		
AGREG. FINO	2572.18	2.82	0.35	2.04	1379.73	1525.59	-
AGREG. GRUESO	2643.44	6.36	0.80	0.98	1399.62	1545.41	1/2"

### VALORES DE DISEÑO

1) $f_c$ Kg/cm <sup>2</sup> :	295	6) RELACION DE AC:	0.465
2) ASENTAMIENTO:	6" a 7"	7) AGUA	228 Lt.
3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	1/2"		
4) CON AIRE INCORPORADO	s		
5) VOL. DE AGREG. GRUESO:	0.548		
% DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO:			
FACTOR CEMENTO:	490 Kg/m <sup>3</sup>		
CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:	846 Kg/m <sup>3</sup>		
CANTIDAD DE AGREG. FINO:	698 Kg/m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:	0.156 m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:	0.228 m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:	0.025 m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:	0.320 m <sup>3</sup>	PASTA:	0.4087 m <sup>3</sup>
SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :	0.729 m <sup>3</sup>	MORTERO:	0.6798 m <sup>3</sup>
SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:	0.729 m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO:	0.271 m <sup>3</sup>		
TOTAL:	1.000		

CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO		COEFICIENTE DE APOORTE POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO	
CEMENTO:	490 Kg/m <sup>3</sup>	CEMENTO:	11.5 Bolsas
AGUA:	228 Lt/m <sup>3</sup>	AGUA:	241.3 Lt
AGREGADO FINO:	697.55 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO:	0.51 m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO:	846.31 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO:	0.60 m <sup>3</sup>

CORRECCION POR HUMEDAD		CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS	
FINO HUM.:	700 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO:	-1.69 %
GRUESO HUM.:	853 Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO:	-0.18 %
		VOLUMEN DE AGUA:	-13.34 Lt
		AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.:	241 Lt/m <sup>3</sup>

CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD		VOLUMEN APARENTE EN PIE <sup>3</sup>	
CEMENTO:	490.32 Kg/m <sup>3</sup>		11.5
RANGO DE AGUA:	241.34 Lt/m <sup>3</sup>		20.92
AGREG. FINO HUMEDO:	699.99 Kg/m <sup>3</sup>		17.85
AGREG. GRUESO HUMEDO:	853.08 Kg/m <sup>3</sup>		21.4

PROPORCION EN PESO		PROPORCION EN VOLUMEN PIE <sup>3</sup>		DOSIFICACION EN m <sup>3</sup>	
Cemento :	1	Cemento :	1 Bolsas	Cemento :	11.54 Bolsas
Agua :	0.492	Agua :	20.92 L /bolsa	Agua :	0.241 m <sup>3</sup>
Arena :	1.42	Arena :	1.54 Pie <sup>3</sup>	Arena :	0.50 m <sup>3</sup>
Grava :	1.74	Grava :	1.85 Pie <sup>3</sup>	Grava :	0.61 m <sup>3</sup>
LIVOG :	0.546	LIVOG :	0.546 kg	LIVOG :	6.3 kg
2% DE FIBRA DE POLIESTIRENO	0.0200	2% DE FIBRA DE POLIESTIRENO	0.0200	2% DE FIBRA DE POLIESTIRENO	9.806 m <sup>3</sup>

RUC: 20606529229  
Pse. GRAU #211- CHILCA  
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.  
GEOTEST.V@GMAIL.COM  
LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



Levis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 186101



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
**Expediente N°** : EXP-173-GEO-TEST-V-2023 **Cantera** : Pilcomayo  
**Codigo de format** : AA-EX01/REV-01/FECHA 2023-02-11 **N° de muestra** :  
**Peticionario** : BACH. CHINCHAY REYNOSO MARIWY SHAYURY **Clase de material** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL  
**Ubicación** : HUANCAYO-JUNIN **Norma** : NTP  
**Estructura** : VARIOS **Ensayado por** : A.Y.G  
**Fecha de recepci** : MARZO 2023 **Fecha de emisión** : JUNIO 2023  
**Hoja** : 01 de 01

## ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE NTP 339.046

DISEÑO	N°	FECHA DE VACIADO	VOLUMEN DEL PRECIPITE	PESO DEL RECIPIENTE	PESO RECIPIENTE + CONCRETO	PUC REAL	PUC DISEÑO	RENDIMIENTO	AIRE ATRAPADO
			m3	kg	kg	kg/m3	kg/m3		%
CONVENCIONAL	1	20/03/2023	0.006864	3.510	20.958	2541.96	2316	0.91	2.10
	2	20/03/2023	0.006864	3.510	20.940	2539.34	2316	0.91	2.20
	3	20/03/2023	0.006864	3.510	20.930	2537.88	2316	0.91	2.15
	Promedio		0.006864	3.510	20.943	2539.72	2316	0.91	2.15



  
 Luis Gamarrá Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 165161

RUC: 20606529229  
 PSJ. GRAU #211 - CHILCA  
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.  
 GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V.S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**Proyecto** : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"

**Expediente N°** : EXP-173-GEO-TEST-V-2023 **Cantera** : Pícomayo

**Código de formato** : AA-EX01/REV-01/FECHA 2023-02-11 **N° de muestra** :

**Peticionario** : BACH. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY **Clase de material** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL DEL 0.5% DE POLIESTIRENO

**Ubicación** : HUANCAYO-JUNIN **Norma** : NTP

**Estructura** : VARIOS **Ensayado por** : A.Y.G

**Fecha de recepción** : MARZO 2023 **Fecha de emisión** : JUNIO 2023

**Hoja** : 01 de 01

### ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE NTP 339.046

DISEÑO	N°	FECHA DE VARIADO	VOLUMEN DEL PRECIPITE	PESO DEL RECIPIENTE	PESO RECIPIENTE + CONCRETO	PUC REAL	PUC DISEÑO	RENDIMIENTO	AIRE ATRAPADO
			m <sup>3</sup>	kg	kg	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>		%
Concreto con adición del 0.5% de Poliestireno	1	21/03/2023	0.006864	3.510	20.340	2451.92	2316	0.92	2.90
	2	21/03/2023	0.008864	3.510	20.310	2447.55	2316	0.92	2.80
	3	21/03/2023	0.008864	3.510	20.312	2447.64	2316	0.92	2.80
	<b>Promedio</b>		<b>0.008864</b>	<b>3.510</b>	<b>20.321</b>	<b>2449.11</b>	<b>2316</b>	<b>0.92</b>	<b>2.83</b>



*Luis Gamarra Espinoza*  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 158161

📍 RUC: 20606529229  
📍 Ps.J. GRAU #211 - CHILDA  
☎ 980329953 / 952525151

🏢 GEO TEST V.S.A.C.  
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"

**Expediente N°** : EXP-173-GEO-TEST-V-2023

**Código de format:** AA-EX01/REV-01/FECHA 2023-02-11

**Peticionario** : BACH. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY

**Ubicación** : HUANCAYO JUNIN

**Estructura** : VARIOS

**Fecha de recepción:** MARZO 2023

**Cantera** : Píllcomayo

**N° de muestra** :

**Clase de material** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL DEL 1% DE POLIESTIRENO

**Norma** : NTP

**Ensayado por** : A.Y.G

**Fecha de emisión** : JUNIO 2023

**Hoja** : 01 de 01

### ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE NTP 339.046

DISEÑO	N°	FECHA DE VACIADO	VOLUMEN DEL PRECIPENTE	PESO DEL RECIPIENTE	PESO RECIPIENTE + CONCRETO	PUC REAL	PUC DISEÑO	RENDIMIENTO	AIRE ATRAPADO
			m <sup>3</sup>	kg	kg	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>		%
Concreto con adición del 1% de Poliestireno	1	20/03/2023	0.006864	3.510	20.198	2431.24	2316	0.92	3.30
	2	20/03/2023	0.006864	3.510	20.193	2430.51	2316	0.92	3.30
	3	20/03/2023	0.006864	3.510	20.199	2431.38	2316	0.92	3.20
	<b>Promedio</b>		0.006864	3.510	20.197	2431.04	2316	<b>0.92</b>	<b>3.27</b>



*Luis Gamarra Espinoza*  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 156101

📞 RUC: 20606529229      📍 GEO TEST V S.A.C.  
 📍 P.S.J. GRAL #211 - CHILCA      ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 📞 980329953 / 952525151      ✉️ LABGEOESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

<b>Proyecto</b>	TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-173-GEO-TEST-V-2022	<b>Cantera</b>	: Pilcomayo
<b>Codigo de format</b>	: AA-EX01/REV-01/FECHA 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>	:
<b>Peticionario</b>	: BACH. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY	<b>Clase de material</b>	: CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL DEL 2% DE POLIESTIRENO
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNIN	<b>Norma</b>	: NTP
<b>Estructura</b>	: VARIOS	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepcio</b>	: MARZO 2023	<b>Fecha de emisión</b>	: JUNIO 2023
		<b>Hoja</b>	: 01 de 01

## ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE NTP 339.046

DISEÑO	N°	FECHA DE VACIADO	VOLUMEN DEL PREGIENITE		PESO DEL RECIPIENTE + CONCRETO		FUC REAL		RENDIMIENTO	AIR ATRAPADO	
			m3	kg	kg	kg/m3	kg/m3	%			
Concreto con adición del 2% de Poliestireno	1	20/03/2023	0.006864	3.510	19.650	2351.40	2316	0.93	3.39		
	2	20/03/2023	0.006864	3.510	19.644	2350.52	2316	0.93	3.38		
	3	20/03/2023	0.006864	3.510	19.641	2350.09	2316	0.93	3.38		
	Promedio		0.006864	3.510	19.645	2350.67	2316	0.93	3.38		



*Luis Gamarrá Espinoza*  
Luis Gamarrá Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 156161

📍 RUC: 20606529229      🌐 GEO TEST V S.A.C.  
 📍 PSJ. CRAU #211 - CHILCA      ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 📞 980329953 / 952525151      ✉️ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

<b>Proyecto</b>	TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-173-GEO-TEST-V-2023	<b>Cantera</b>	: Pilcomayo
<b>Código de formato</b>	: AA-EX01/REV-01/FECHA 2023-02-11	<b>N° de muestra</b>	:
<b>Peticionario</b>	: BACH. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY	<b>Clase de material</b>	: CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNIN	<b>Norma</b>	: NTP
<b>Estructura</b>	: VARIOS	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepción</b>	: MARZO 2023	<b>Fecha de emisión</b>	: JUNIO 2023
		<b>Hoja</b>	: 01 de 01

## CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE - MÉTODO DE LA CAJA EN L

N° DE PRUEBA	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	PROMEDIO
1	11.40	10.50	0.92	0.92
2	11.30	10.60	0.94	
3	11.10	10.10	0.91	



Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 168161

RUC: 20606529229  
PSJ. GRAU #211 - CHILCA  
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.  
GEOTEST.V@GMAIL.COM  
LABGEOTESTV02@GMAIL.COM





# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"

**Expediente N°** : EXP-173-GEO-TEST-V-2023  
**Código de formato** : AA-EX01/REV-01/FECHA 2023-02-11

**Peticionario** : BACH. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY

**Ubicación** : HUANCAYO-JUNIN  
**Estructura** : VARIOS  
**Fecha de recepción** : MARZO 2023

**Cantera** : Pilcomayo  
**N° de muestra** :  
**Clase de material** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL CON ADICION EL 0.5%

**Norma** : NTP  
**Ensayado por** : A.Y.G  
**Fecha de emisión** : JUNIO 2023  
**Hoja** : 01 de 01

## CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE - MÉTODO DE LA CAJA EN L

N° DE PRUEBA	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	PROMEDIO
1	12.00	10.50	0.88	0.88
2	12.30	10.90	0.89	
3	12.20	10.80	0.89	



*Matias Gamarra Espinoza*  
Matias Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 152761

📍 RUC: 20606529229  
📍 PSJ. GRAU #211- CHILCA  
☎ 980329953 / 952525151

🏢 GEO TEST V S.A.C.  
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"

**Expediente N°** : EXP-173-GEO-TEST-V-2023  
**Código de formato** : AA-EX01/REV-01/FECHA 2023-02-11

**Peticionario** : BACH. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY

**Ubicación** : HUANCAYO-JUNIN  
**Estructura** : VARIOS  
**Fecha de recepción** : MARZO 2023

**Cantera** : Pilcomayo  
**N° de muestra** :  
**Clase de material** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL CON ADICION EL 1%  
**Norma** : NTP  
**Ensayado por** : A.Y.G  
**Fecha de emisión** : JUNIO 2023  
**Hoja** : 01 de 01

### CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE - MÉTODO DE LA CAJA EN L

N° DE PRUEBA	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	PROMEDIO
1	12.00	10.40	0.87	0.85
2	12.30	10.25	0.83	
3	12.20	10.25	0.84	



Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 156161

📍 RUC: 20606529229  
📍 PSJ GRAU #211 - CHILCA  
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.  
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"

**Expediente N°** : EXP-173-GEO-TEST-V-2023  
**Código de formato** : AA-EX01/REV-01/FECHA 2023-02-11

**Peticionario** : BACH. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY

**Ubicación** : HUANCAYO-JUNIN  
**Estructura** : VARIOS  
**Fecha de recepción** : MARZO 2023

**Cantera** : Pícomevo  
**N° de muestra** :  
**Clase de material** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL CON ADICION EL 2%

**Norma** : NTP  
**Ensayado por** : A.Y.G  
**Fecha de emisión** : JUNIO 2023  
**Hoja** : 01 de 01

## CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE - MÉTODO DE LA CAJA EN L

N° DE PRUEBA	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	PROMEDIO
1	11.60	9.15	0.79	0.79
2	12.00	9.60	0.80	
3	12.60	9.90	0.79	



*Amos Gamarra Espinoza*  
Amos Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 166161

▲ RUC: 20606529229  
📍 Psj. GRAU #211- CHILCA  
☎ 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.  
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
**Expediente N°** : EXP-173-GEO-TEST-V-2023  
**Codigo de formato** : AA-EX01/REV-01/FECHA 2023-02-11  
**Peticionario** : BACH. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY  
**Ubicación** : HUANCAYO-JUNIN  
**Estructura** : VARIOS  
**Fecha de recepción** : MARZO 2023  
**Cantera** : Pilcomayo  
**N° de muestra** :  
**Clase de material** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL CON ADICION DEL 2%  
**Norma** : NTP  
**Ensayado por** : A.Y.G  
**Fecha de emisión** : JUNIO 2023  
**Hoja** : 01 de 01

## DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FLUJO - ENSAYO DEL EMBUDO EN V

N° DE PRUEBA	TIEMPO DE FLUJO (Tv) (s)	PROMEDIO	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	PROMEDIO
1	6.81	6.86	19.60	20.80
2	6.89		19.40	21.20
3	6.87		19.90	20.90

Técnico de Laboratorio  
GEO TEST V S.A.C.



📍 RUC: 20606529229  
📍 Psj. GRAU #211- DHILCA  
📞 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.  
✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
✉️ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

<b>Proyecto</b>	TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-173-GEO-TEST-V-2023	<b>Cantera</b>	: Pilcomayo
<b>Código de formato</b>	: AA-EX01/REV-01/FECHA 2023-02-11	<b>N° de muestra</b>	:
<b>Peticionario</b>	: BACH. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY	<b>Clase de material</b>	: CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL CON ADICION DEL 1%
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO JUNIN	<b>Norma</b>	: NTP
<b>Estructura</b>	: VARIOS	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepción</b>	: MARZO 2023	<b>Fecha de emisión</b>	: JUNIO 2023
		<b>Hoja</b>	: 01 de 01

## DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FLUJO - ENSAYO DEL EMBUDO EN V

N° DE PRUEBA	TIEMPO DE FLUJO (Tv) (s)	PROMEDIO	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	PROMEDIO
1	7.01	7.01	20.00	20.00
2	7.05		20.10	21.40
3	6.97		20.00	21.10

Ing. A.Y.G.



▲ RUC: 20606529229  
📍 PSJ. GRAU #211 - CHILCA  
☎ 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.  
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
**Expediente N°** : EXP-173-GEO-TEST-V-2023  
**Código de formato** : AA-EX01/REV-01/FECHA 2023-02-11  
**Cantera** : Píllcomayo  
**N° de muestra** :  
**Peticionario** : BACH. CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY  
**Clase de material** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL CON ADICION DEL 0.5%  
**Ubicación** : HUANCAYO JUNIN  
**Estructura** : VARIOS  
**Fecha de recepción** : MARZO 2023  
**Norma** : NTP  
**Ensayado por** : A.Y.G  
**Fecha de emisión** : JUNIO 2023  
**Hoja** : 01 de 01

## DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FLUJO - ENSAYO DEL EMBUDO EN V

N° DE PRUEBA	TIEMPO DE FLUJO (Tv) (s)	PROMEDIO	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	PROMEDIO
1	7.05	7.06	20.10	20.50
2	7.06		19.60	21.40
3	7.06		19.70	20.30

  
Luis Camarra Espi  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198191



▲ RUC: 20606529229      📍 GEO TEST V S.A.C.  
📍 P&J. BRAU #211- CHILCA      ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
☎️ 980329953 / 952525151      ✉️ LABGEOESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"

**Expediente N°** : EXP-173-GEO-TEST-V-2023

**Código de formato** : AA-EX01/REV-01/FECHA 2023-02-11

**Peticionario** : BACH. CHINCHAY REYNOSO MARIWY SHAYURY

**Ubicación** : HUANCAYO JUNIN

**Estructura** : VARIOS

**Fecha de recepción** : MARZO 2023

**Cantera** : Pilcomayo

**N° de muestra** :

**Clase de material** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CONVENCIONAL

**Norma** : NTP

**Ensayado por** : A.Y.G

**Fecha de emisión** : JUNIO 2023

**Hoja** : 01 de 01

### DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FLUJO - ENSAYO DEL EMBUDO EN V

N° DE PRUEBA	TIEMPO DE FLUJO (T <sub>v</sub> ) (s)	PROMEDIO	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	PROMEDIO
1	7.31	7.35	19.60	21.30
2	7.36		19.90	21.50
3	7.38		15.70	21.60

  
 Luis Camarero Espi  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181



RUC: 20606529229      GEO TEST V S.A.C.  
 PSJ. GRAU #211 - CHILCA      GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 980329953 / 952525151      LABGEOESTV02@GMAIL.COM

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**  
**GEO TEST V. SAC**



E-MAIL : [LABORTESTV2@GMAIL.COM](mailto:LABORTESTV2@GMAIL.COM)  
 : [GEOTEST.V@GMAIL.COM](mailto:GEOTEST.V@GMAIL.COM)  
 : [GEO TEST V S.A.C](mailto:GEO TEST V S.A.C)  
 : 20606529229

FACEBOOK : [FACEBOOK](#)  
 RUC : 20606529229

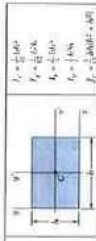
DIRECCIÓN : JR. GRAU Nº 211 - CHILDA  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 FERROCARRIL CRUCE DON AV. LEONCIO PRADO)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO  
 Norma: NTP 339.078 - 2012 (revisada el 2017) ASTM C78

Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"

Solicitante : BACHLING, CHINCHAY REYNOSO MARY SHAYURY  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNIN  
 Carrera : PILCOMAYO  
 Clase de material : CONCRETO CONVENCIONAL  
 Fecha de recepción : MARZO 2023

Código de formato : AA-EK-01/REV.01/FECHA 2021-02-11  
 N° de muestra : CONCRETO CONVENCIONAL  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : JUNIO 2023



Área de la sección (cm <sup>2</sup> )	225.000
Momento de inercia (I <sub>x</sub> ) (cm <sup>4</sup> )	16875.000
Volumen del concreto (cm <sup>3</sup> )	11250.000
Distancia del eje neutro (c) (cm)	7.500

Concreto de Muestras: Mezcla de concreto convencional

Tipo de Muestra	Medidas	Diseño	F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	N°	Fecha de Curado (dd/mm/aa)	Fecha de Rotura (dd/mm/aa)	Peso de la viga de concreto (kg)	Peso específico del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	Momento flexor (kg.m)	Estado	Carga (kN)	Carga (kg)	Módulo de roturas (MPa)	Módulo de roturas (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	Zona de Fractura
M-C-A-5 L= 50 cm H= 15 cm Av= 15 cm			210	7	1	01/04/2023	08/04/2023	26.77	2379.111	216.563	FINALIZADO	18.760	1912.957	2.501	25.507		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				7	1	01/04/2023	08/04/2023	26.43	2349.511	215.743	FINALIZADO	18.690	1905.819	2.492	25.411	25.606	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				7	1	01/04/2023	08/04/2023	26.12	2321.333	219.857	FINALIZADO	19.050	1942.529	2.540	25.901		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	1	01/04/2023	15/04/2023	26.90	2391.111	343.210	FINALIZADO	29.800	3058.706	3.973	40.517		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	1	01/04/2023	15/04/2023	26.70	2373.333	328.981	FINALIZADO	28.560	2912.263	3.808	38.831	39.928	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	1	01/04/2023	15/04/2023	27.00	2400.000	342.533	FINALIZADO	29.740	3032.588	3.965	40.435		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				28	2	01/04/2023	29/04/2023	26.98	2398.222	453.348	FINALIZADO	39.400	4017.618	5.253	53.569		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
			28	2	01/04/2023	29/04/2023	27.80	2471.111	443.868	FINALIZADO	38.570	3932.983	5.143	52.441	53.084	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	
			28	2	01/04/2023	29/04/2023	27.60	2453.333	450.676	FINALIZADO	39.160	3993.145	5.221	53.243		DENTRO DEL TERCIO MEDIO	

**OBSERVACIONES**

- \* Los datos proporcionados por el solicitante son los referidos en la parte superior de este informe
- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad
- \* Los resultados realizados fueron sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto

**Luis Gaitana Espinoza**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 106164**





**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C**



**DIRECCIÓN** : JR. GRAU N°211-CHILCA  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 FERROCARRIL CRUDE CON AV. LEONCIO PRADO)  
**DELULAR** : 95252151 - 972831911-991375093

**E-MAIL** : LABGTESTV2@GMAIL.COM  
**FACEBOOK** : GEO TEST V. S.A.C  
**RUC** : 206065529229

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
 Norma: NTP 339.078 - 2012 (revisada el 2017) ASTM C78

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
**Ubicación** : BACHING, CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY  
**Carrera** : HUANCAYO-JUNIN  
**Clase de material** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE  
**Fecha de recepción** : MARZO 2023

**Codigo de formato** : AA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
**N° de muestra** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + 0.5% DE FIBRA DE POLIESTIRENO  
**Ensayado por** : A.Y.G.  
**Fecha de emisión** : JUNIO 2023

Área de la sección (cm <sup>2</sup> )	225.000
Momento de inercia (I <sub>x</sub> ) cm <sup>4</sup>	16875.000
Volumen del concreto (cm <sup>3</sup> )	11250.000
Distancia del eje neutro (c) cm	7.500

Concreto de Muestreo: Mezcla de concreto convencional + 0.5% DE FIBRA DE POLIESTIRENO

Tipo de Muestra	Medidas	Diseño	F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Fecha de Curado (dd/mm/aa)	Fecha de Rotura (dd/mm/aa)	Peso de la viga de concreto (Kg)	Peso específico del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	Momento Rotor (kg.m)	Estado	Carga (kN)	Carga (kg)	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	Zona de Fractura			
																	Resistencia de Diseño: 210 kg/cm <sup>2</sup>		
VIGAS	L= 50 cm H= 15 cm A= 15 cm	Mezcla de concreto F'c=210 KG/CM2 - 0.5% FIBRA DE POLIESTIRENO	210	7	2	01/04/2023	08/04/2023	25.38	2256.000	248.613	FINALIZADO	21.560	2198.473	2.875	29.314		DENTRO DEL TERCIO MEDIO		
				7	2	01/04/2023	08/04/2023	25.76	2289.778	236.243	FINALIZADO	20.480	2088.346	2.731	27.845	28.960	DENTRO DEL TERCIO MEDIO		
				7	2	01/04/2023	08/04/2023	25.91	2303.111	252.081	25.91	252.081	FINALIZADO	21.860	2229.064	2.915	29.721		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	1	01/04/2023	15/04/2023	25.56	2272.000	351.844	25.56	351.844	FINALIZADO	30.558	3115.999	4.074	41.547		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	1	01/04/2023	15/04/2023	25.14	2234.667	352.304	25.14	352.304	FINALIZADO	30.600	3120.282	4.080	41.605	41.529	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	1	01/04/2023	15/04/2023	25.34	2252.444	350.892	25.34	350.892	FINALIZADO	30.476	3107.638	4.063	41.436		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				28	2	01/04/2023	29/04/2023	25.64	2279.111	460.720	25.64	460.720	FINALIZADO	40.005	4079.310	5.334	54.392		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				28	2	01/04/2023	29/04/2023	25.13	2233.778	461.571	25.13	461.571	FINALIZADO	40.125	4091.546	5.350	54.555	54.433	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				28	2	01/04/2023	29/04/2023	25.74	2288.000	459.881	25.74	459.881	FINALIZADO	39.975	4076.251	5.330	54.351		DENTRO DEL TERCIO MEDIO

**OBSERVACIONES**

\* Los datos proporcionados por el laboratorio son los referidos en la zona superior de este informe  
 \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad  
 \* Los resultados realizados fueron sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mezcla de suelos, concreto, asfalto



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



**DIRECCIÓN**  
: JR. GRAU N° 211 - CHILCA  
(REF. UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
FERRODARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)  
: 952525151 - 972831911-991375093

**E-MAIL**  
: LABGEOESTV2@GMAIL.COM  
: GEOESTV@GMAIL.COM  
: GEO TEST V S.A.C  
: 20606529229

**FACEBOOK**  
RUC

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE  
APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
Norma: NTP 339.078 - 2012 (revisada el 2017) (ASTM C78)

**Proyecto:** : TESIS: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
**Solicitante:** : BACHLING, CHINCHAY REYNOSO MARWY SHAYURY  
**Ubicación:** : HUANCAYO-JUNIN  
**Cantera:** : PILCOMAYO  
**Clase de material:** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE  
**Fecha de recepción:** : MARZO 2023

**Resistencia de Diseño:** 210 kg/cm<sup>2</sup>  
**Estado:** FINALIZADO  
**Carga (kg):** 22.150  
**Módulo de rotura (MPa):** 2.953  
**Módulo de rotura (kg/cm<sup>2</sup>):** 30.116  
**Resistencia de Diseño:** 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Forma de Formado:** : AA-EX-01/REV.01/FECHA 2023-02-11  
**N° de muestra:** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + 1% DE FIBRA DE POLIESTIRENO  
**Ensayado por:** : A.Y.G.  
**Fecha de emisión:** : JUNIO 2023



Área de la sección (cm <sup>2</sup> )	225.000
Momento de inercia (I <sub>x</sub> ) (cm <sup>4</sup> )	16875.000
Volumen del concreto (cm <sup>3</sup> )	11250.000
Distancia del eje neutro (e) (cm)	7.500

Concreto de Muestreo: Mezcla de concreto convencional + 1% de FIBRA DE POLIESTIRENO

Tipos de Muestra	Medidas	Diseño	Fc (Kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Fecha de Curado (dd/mm/aa)	Fecha de Rotura (dd/mm/aa)	Peso de la viga de concreto (kg)	Peso específico del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	Momento Rotor (kg.m)	Estado	Carga (kg)	Coeficiente (kg)	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	Zona de Fractura	
VIGAS	L= 50 cm H= 15 cm A= 15 cm	Mezcla de concreto FC=210 KG/CM2 - 1% FIBRA DE POLIESTIRENO	210	7	1	01/04/2023	08/04/2023	24.35	2164.444	255.329	FINALIZADO	22.150	2258.636	2.953	30.116	30.043	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				7	1	01/04/2023	08/04/2023	24.61	2187.556	271.517	FINALIZADO	23.560	2402.413	3.141	32.033		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				7	1	01/04/2023	08/04/2023	24.71	2196.444	237.337	FINALIZADO	20.580	2098.543	2.744	27.981		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	1	01/04/2023	15/04/2023	24.76	2201.156	358.251	FINALIZADO	31.120	3173.306	4.149	42.312	42.275	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	1	01/04/2023	15/04/2023	24.65	2191.111	358.818	FINALIZADO	31.170	3178.405	4.156	42.380		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	1	01/04/2023	15/04/2023	24.87	2210.667	356.753	FINALIZADO	30.989	3159.948	4.132	42.133		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				28	1	01/04/2023	29/04/2023	24.73	2198.400	463.272	FINALIZADO	40.275	4106.842	5.370	54.759	54.746	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				28	1	01/04/2023	29/04/2023	24.86	2209.667	461.684	FINALIZADO	40.136	4092.668	5.351	54.570		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				28	1	01/04/2023	29/04/2023	24.87	2210.667	464.552	FINALIZADO	40.386	4118.160	5.385	54.910		DENTRO DEL TERCIO MEDIO

OBSERVACIONES

\* Los datos proporcionados por el solicitante son las referidas en la parte superior de este informe.  
\* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, a menos su reproducción en su totalidad.  
\* Los resultados realizados fueron sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

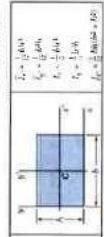


**DIRECCIÓN** : JR. GRAU N°211 - CHILCA  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)  
**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093  
**E-MAIL** : LABGEOESTV2@GMAIL.COM  
**FACEBOOK** : GEOTESTV.S.A.C  
**RUC** : 20606529229

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
 Norma: NTP 339.078 - 2012 (revisada el 2017)/ASTM C78

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
**Solicitud** : BACH.LING. CHINCHAY REYNOSO MARY SHAYRY  
**Ubicación** : HUANCAYO-LUNIN  
**Centro** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE  
**Fecha de recepción** : MARZO 2023

**Código de formato** : AA-EK-07/REV.01/FECHA 2021-02-11  
**N° de muestra** : CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + 2% DE FIBRA DE POLIESTIRENO  
**Ensayado por** : A.Y.G.  
**Fecha de emisión** : JUNIO 2023



Área de la sección (cm <sup>2</sup> )	225.000
Momento de inercia (I <sub>x</sub> ) cm <sup>4</sup>	16875.000
Volumen del concreto (cm <sup>3</sup> )	11250.000
Distancia del eje neutro (c) cm	7.500

**Concreto de Muestreo**: Mezcla de concreto convencional + 2% DE FIBRA DE POLIESTIRENO

Tipo de Muestra	Medidas (cm <sup>2</sup> )	Diseño	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Fecha de Curado (dd/mm/aa)	Fecha de Rotura (dd/mm/aa)	Peso de la viga de concreto (kg)	Peso específico del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	Momento flexor (kg.m)	Estado	Carga (kN)	Carga (kg)	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	Zona de Fractura
VIGAS	l= 50 cm h= 15 cm A= 15 cm	Mezcla de concreto F <sub>c</sub> =210 KG/CM <sup>2</sup> - 2% FIBRA DE POLIESTIRENO	210	7	01/04/2023	08/04/2023	23.16	2058.667	246.206	FINALIZADO	21.360	2178.079	2.848	29.042		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				7	01/04/2023	08/04/2023	23.42	2081.778	225.800	FINALIZADO	19.580	1996.573	2.611	26.621	27.827	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				7	01/04/2023	08/04/2023	23.68	2104.889	235.908	FINALIZADO	20.460	2086.306	2.728	27.818		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	01/04/2023	15/04/2023	23.99	2132.178	349.229	FINALIZADO	30.337	3093.464	4.045	41.247		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	01/04/2023	15/04/2023	24.06	2138.489	337.187	FINALIZADO	29.287	2986.395	3.905	39.819	40.056	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				14	01/04/2023	15/04/2023	23.76	2112.000	331.127	FINALIZADO	28.760	2932.657	3.835	39.103		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				28	01/04/2023	29/04/2023	23.76	2111.644	450.454	FINALIZADO	39.162	3993.349	5.222	53.246		DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				28	01/04/2023	29/04/2023	23.45	2084.444	445.781	FINALIZADO	38.756	3951.949	5.167	52.694	52.873	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
				28	01/04/2023	29/04/2023	23.81	2116.444	445.685	FINALIZADO	38.746	3950.930	5.166	52.680		DENTRO DEL TERCIO MEDIO

**OBSERVACIONES**

- \* Los datos proporcionados por el participante son las referidas en la parte superior de este informe
- \* El presente documento no admite reproducción sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad
- \* Los resultados y resultados fueron sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto





**Anexo N°05: Fichas técnicas**

## EUCCO AWA®

### ADITIVO MODIFICADOR DE VISCOSIDAD PARA APLICACIONES DE CONCRETO BAJO AGUA

#### 000 Descripción:

EUCCO AWA (anti-washout) es un aditivo líquido desarrollado para aplicaciones y colocación de concretos bajo agua. La adición de este aditivo previene la pérdida del cemento y agregado fino durante el colocado del concreto bajo el agua.

#### 000 Aplicaciones principales:

- Vaciado y reparación de pilotes bajo agua.
- Construcción y reparación de diques y represas bajo la línea de agua.
- Aditivo anti-segregación para ser usados con agregados pesados y livianos.
- Preparación de morteros y grout para aplicaciones bajo agua.
- Para detener flujos subterráneos en operaciones mineras.
- Para preparar concretos en aplicaciones TREMIE en la construcción de pilotes.

#### 000 Características / Beneficios:

- Menor impacto ambiental por reducción en el lavado de finos y cemento en aplicaciones bajo agua.
- Elimina la necesidad del bombeo de agua en la zona de vaciado, reduciendo costos de colocación.
- Mayor retención del asentamiento.
- Reduce o elimina la exudación del concreto.
- Elimina la segregación del concreto.
- No afecta la demanda de agua cuando el asentamiento es mantenido aplicaciones principales.

#### 000 Información técnica:

Apariencia : Líquido viscoso  
Color : Marrón oscuro  
Densidad : 1.18 kg/l

#### 000 Dosificación:

EUCCO AWA se dosifica a razón de 0.2% a 1.8% del peso del cemento. Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, lo cual puede ser diferente a las dosificaciones recomendadas. Dosificaciones mayores a 1.8% pueden producir retardo de fragua. Los resultados varían debido a las diversas condiciones de cada obra y tipo de materiales empleados. Cualquier consulta contacte al departamento de Construcción Química Suiza Industrial.

#### 000 Presentación:

- |         |        |            |
|---------|--------|------------|
| • Sacos | 250 kg | 55.5 gal.* |
| • Sacos | 20 kg  | 4.4 gal.*  |

\*galones americanos aproximados.

#### 000 Normas / especificaciones:

EUCCO AWA se clasifica según norma ACI 212.

## EUCO AWA®

### ADITIVO MODIFICADOR DE VISCOSIDAD PARA APLICACIONES DE CONCRETO BAJO AGUA

#### ○○○ Direcciones para su uso:

Agregue EUCO AWA diluido con la última parte del agua de amasado a la preparación de la mezcla. No vierta directamente sobre el cemento o agregado secos.

Aplicaciones bajo agua:

- Para reducir el lavado de las partículas finas y cemento en las aplicaciones de concreto bajo agua se recomienda utilizar el EUCO AWA dosificado a razón del 0.3% -1.8% del peso del cemento.
- Para obtener el asentamiento requerido utilizar EUCO 37. No se recomienda incrementar la relación agua /cemento.
- Se recomienda seguir las instrucciones del manual ACI 304 R, capítulo 8 "concreto vaciado bajo agua."

Aplicación Anti Segregación / Anti Exudación:

- Para reducir la segregación y exudación en mezclas de concreto con agregados livianos o pesados, se recomienda usar dosis del 0.3% - 0.8% del peso del cemento.
- Para eliminar el sangrado en el concreto se recomienda adicionar el 0.2%-0.7% de EUCO AWA en función del cemento.
- Los resultados a obtener varían con los diversos tipos de cementos y la calidad de agregados utilizados y el diseño de mezcla utilizado. Se recomienda realizar ensayos previos a la obra para determinar la dosificación adecuada, de acuerdo al tipo de obra o proyecto a realizar.
- La adición de aditivos incorporadores de aire se realizará antes de la adición del EUCO AWA. Verificar el % de aire incorporado final según el Método ASTM C 231.

#### ○○○ Precauciones / restricciones:

La dosificación del EUCO AWA puede variar en función al tipo de cemento, condiciones ambientales, agregados y proporciones de los diseños de mezcla.

- Se debe tomar precauciones para mantener el EUCO AWA sobre en punto de congelamiento, sin embargo el congelamiento y descongelamiento no dañará el material si éste se agita completamente. Nunca lo agite con aire o lanza de aire.
- No utilice aire para su agitación.
- No vierta el aditivo directamente sobre el cemento o agregado secos.
- Limpie con agua las herramientas y el equipo antes que se endurezca el mortero y/o concreto.
- Durante la manipulación usar las medidas de seguridad apropiadas. Usar el equipo de protección personal apropiado.
- Evitar el contacto con la piel, ojos y vías respiratorias. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua, para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto.

#### ○○○ Manejo y almacenamiento:

EUCO AWA debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

Vida útil de almacenamiento: 1 año.

## Perlas DIPROPOR®

Perlas de Poliestireno Expandido "EPS" para la industria de la construcción.



### DESCRIPCIÓN

Las Perlas de DIPROPOR® son material plástico celular y rígido fabricado a partir del Poliestireno Expandible o EPS, de alta calidad y de excelentes prestaciones para distintas aplicaciones en el sector CONSTRUCCIÓN tales como para el aligeramiento de mezclas Cementicias, aislamiento térmico y acústico.

### CAMPOS DE APLICACIÓN



Las Perlas de DIPROPOR® tienen varias aplicaciones en el mercado del EPS, y en la industria de la construcción son utilizadas para lograr "CONCRETOS LIVIANOS" con muy buenas prestaciones térmicas y acústicas. Estos pueden ser vertidos en encofrados o moldes para alcanzar diversas formas, también pueden ser vertidos en un molde mayor y luego ser cortado mecánicamente para alcanzar formas de menor tamaño, para su fácil colocación, con ahorro de mezcla y pegamento respectivamente. Otro uso frecuente es como relleno de losas para no incrementar carga, es el caso en azoteas o paredes externas comportándose como un excelente aislante térmico y acústico. Respecto a su comportamiento ante el fuego, este es muy satisfactorio, dado que la Perla de Poliestireno cuenta con retardante de flama y el mismo mortero que lo protege.

### CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

El Poliestireno Expandido es un material 100% reciclable, igualmente es:

- Resistente al envejecimiento.
- Versátil y fácil de utilizar y/o transformar.
- Fácil de manipular o instalar.
- Amortiguador de impactos.
- Ligereza.

#### INDUSTRIA NACIONAL DEL POLIESTIRENO S.A.C.

Av. Intihuatana 845 2do Piso Surco

Tel. 717-9496 / 715-1818

RUC: 20556128384

Mail: ventas@dipopor.com

Web: www.dipopor.com

#### Proporciones Mezcla para 1 M3 de Hormigón Ligero

Densidad aparente seca (Densidad aparente nominal)	kg/m <sup>3</sup>	300	400	500	600
Densidad aparente fresca (Aprox.)	kg/m <sup>3</sup>	400	500	600	700
Aditivo EPS	dm <sup>3</sup>	780	780	750	750
Cemento P235F	kg	280	350	350	350
Arena - 0/3	kg	-	-	100	200
Agua	kg	135	150	155	155
Agua/Cemento	kg	0,48	0,43	0,44	0,44
Agente aireante	kg	0,280	0,350	0,350	0,350
Fibras empalmadas	kg	0,6	0,6	0,6	0,6

(Ministerio Federal para la planificación regional, construcción y ciudades) sobre la denominación de

2- Valores medios de series de medidas con Styropor P53D

(Información BASF).



## OTRAS APLICACIONES

Aplicaciones Agrarias, Estructuración de Suelos para la Agricultura, Campos Deportivos y Jardinería Paisajista.

Los terrenos que requieren mayor intercambio de aire con el medio ambiente y evacuación del agua, pueden lograrse mezclándose con Perlas **DIPROPOR®** de EPS.

Adicionalmente, el uso de Perlas de Poliestireno Expandido para la bonificación de suelos, en los que se requiere hacer cultivos especiales y en los que los problemas causados por el suelo, tienen consecuencias económicas duraderas.

En campos deportivos o áreas recreacionales donde el uso constante por personas que transitan o juegan constantemente, causan una compactación superficial del suelo que dificulta o impide totalmente el intercambio de aire, así como la evacuación del agua, la capa de césped se forme incompleta, pierde resistencia y por lo tanto su capacidad de funcionamiento.

En suelos muy compactos que desfavorece el crecimiento de cultivos jóvenes, al adicionar Perlas de EPS en el suelo se logra el efecto "desmoronador", lo que permite que las plantas echen raíces en un tiempo mucho más corto.

La inocuidad del EPS, su bajísima absorción de agua, el no ser alimento para bacterias, hongos y roedores, permite su uso en estas aplicaciones.

## DATOS TÉCNICOS

### PROPIEDADES DEL HORMIGÓN LIVIANO (BASF)

Densidad aparente seca (Densidad aparente nominal)	kg/m <sup>3</sup>	300	400	500	600
Conductividad Térmica <sup>2</sup>	W/(mk)	0,096	0,119	0,143	0,169
Valor Registrado <sup>10tr</sup>					
Valor Calculado <sup>R</sup>	W/(mk)	0,120	0,160	0,180	0,210
Densidad aparente de control <sup>2</sup> (después de 28 días)	kg/m <sup>3</sup>	375	480	580	680
Resistencia a la compresión	N/mm <sup>2</sup>	0,7	1,2	1,4	1,7
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	0,3	0,4	0,45	0,5

1- Según la información No. W 10/92 del Bundesminister für Raumordnung Bauwesen und Städtebau (Ministerio Federal para la planificación regional, construcción y ciudades) sobre la denominación de valores de cálculo para la conductividad térmica de hormigón ligero, EPS.

2- Valores medios de series de medidas con Styropor P550

### Nota Legal

La información y en particular las recomendaciones sobre la utilización y el uso final de los productos Dipropor® son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Indupol S.A.C. respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados, así como utilizados en condiciones normales.

En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se utilizaran los productos son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual.



**Anexo N°06: Confiabilidad y validez del instrumento**

## FICHA DE VALIDACIÓN

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS

AUTOR: BACH. CHINCHAY REYNOSO, Marwy Shayury

DEFICIENTE	1
ACEPTABLE	2
EXCELENTE	3

Nombre y Apellidos: Ing. Luis Gamarra Espinosa

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Dosificación 0.5%, 1% y 2% de poliestireno		/		2
2	Contenido de absorción		/		2
3	Tratamiento de la fibra			/	3
4	Contenido de aire		/		2
5	Consistencia		/		2
6	Resistencia a la compresión			/	3
7	Resistencia a la flexión			/	3

Nombre y Apellidos: Mg. Pautrat Egivil Henry Gustavo

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Dosificación 0.5%, 1% y 2% de poliestireno		/		2
2	Contenido de absorción			/	3
3	Tratamiento de la fibra		/		2
4	Contenido de aire		/		2
5	Consistencia			/	3
6	Resistencia a la compresión			/	3
7	Resistencia a la flexión		/		2

Nombre y Apellidos: Mg. Rando Porras Olarte

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Dosificación 0.5%, 1% y 2% de poliestireno			x	3
2	Contenido de absorción			x	3
3	Tratamiento de la fibra		x		2
4	Contenido de aire			x	3
5	Consistencia			x	3
6	Resistencia a la compresión		x		2
7	Resistencia a la flexión			x	3

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

Datos generales:  
Apellidos y nombres del experto:

Mg. Pautrat Egoavil Henry Gustavo

Grado académico:

Magister

Título de la investigación:

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS**

Autor del instrumento: BACH. CHINCHAY REYNOSO, Marvy Shayury

Indicadores	Claridad	Objetividad	Actualidad	Organización	Suficiencia	Intencionalidad	Consistencia	Coherencia	Metodología	Conveniencia	Sub total
<b>Criterios cuantitativos</b>	Esta formulado con un lenguaje apropiado	Esta expresado de acuerdo a conductas observables	Este esta adecuado al alcance de la ciencia y tecnologuan	Existe una organización logica	Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad	Adecuado para la valoración de aspectos del estudio	Basados en aspectos teoricos - científicos y de tema de estudio	Entre los indices, indicadores, dimensiones y variables	La estrategia responde al proposito del estudio	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías	
Deficiente 0-20%											
Regular 21-40%											
Bueno 41%-60%								X			
Muy bueno 61-80%	X	X	X	X			X			X	68%
Excelente 81-100%					X	X			X		

Valoración: 68 %

Experto: \_\_\_\_\_

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

Datos generales:  
Apellidos y nombres del experto:

Luis Gamarra Espinoza

Grado académico:

Ing. civil

Título de la investigación:

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS**

Autor del instrumento: BACH. CHINCHAY REYNOSO, Marvy Shayury

Indicadores	Claridad	Objetividad	Actualidad	Organización	Suficiencia	Intencionalidad	Consistencia	Coherencia	Metodología	Conveniencia	Sub total
<b>Criterios cuantitativos</b>	Esta formulado con un lenguaje apropiado	Esta expresado de acuerdo a conductas observables	Este esta adecuado al alcance de la ciencia y tecnologia	Existe una organización logica	Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad	Adecuado para la valoración de aspectos del estudio	Basados en aspectos teoricos - científicos y de tema de estudio	Entre los indices, indicadores, dimensiones y variables	La estrategia responde al proposito del estudio	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías	
Deficiente 0-20%											
Regular 21-40%											
Bueno 41%-60%											
Muy bueno 61-80%	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	79
Excelente 81-100%				/	/			/		/	

Valoración: 79 %

Experto: \_\_\_\_\_



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Datos generales:

Apellidos y nombres del experto:

Ronaldo Porras Olarte

Grado académico:

Magister

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO INCORPORANDO FIBRA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS ALIGERADAS**

Título de la investigación:

Autor del instrumento: BACH. CHINCHAY REYNOSO, Marwy Shayury

Indicadores	Claridad	Objetividad	Actualidad	Organización	Suficiencia	Intencionalidad	Consistencia	Coherencia	Metodología	Conveniencia	Sub total
<b>Criterios cuantitativos</b>	Esta formulado con un lenguaje apropiado	Esta expresado de acuerdo a conductas observables	Este esta adecuado al alcance de la ciencia y tecnologia	Existe una organización logica	Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad	Adecuado para la valoración de aspectos del estudio	Basados en aspectos teoricos - científicos y de tema de estudio	Entre los indices, indicadores, dimensiones y variables	La estrategia responde al proposito del estudio	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías	
Deficiente 0-20%											
Regular 21-40%											
Bueno 41%-60%											
Muy bueno 61-80%	/				/			/	/	/	83%
Excelente 81-100%		/	/	/		/	/				

Valoración: 83 %



Experto: \_\_\_\_\_

**Anexo N°07: La data de procesamiento de datos**

## CONTENIDO DE AIRE



Mezcla del concreto	% de contenido	Contenido de aire	% de variación
Convencional	2.10	2.15	0.00
	2.20		
	2.15		
0.5% de fibras de poliestireno	3.20	3.17	0.01
	3.10		
	3.20		
	3.30		
1% de fibras de poliestireno	3.30	3.27	0.04
	3.20		
	3.39		
2% de fibras de poliestireno	3.38	3.38	0.08
	3.38		
	3.38		

## CONSISTENCIA



Mezcla del concreto	Muestra	Promedio de capacidad del paso del concreto	% de variación
Convencional	0.83	0.83	0.00
	0.85		
	0.82		
0.5% de fibras de poliestireno	0.88	0.86	0.04
	0.85		
	0.86		
1% de fibras de poliestireno	0.88	0.88	0.06
	0.89		
	0.88		
2% de fibras de poliestireno	0.88	0.90	0.08
	0.88		
	0.94		

## Resistencia a la compresión

	Mezcla del concreto	Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>3</sup> )	% de variación
7 días	Convencional	144.64	144.36	0.00
		142.08		
		146.37		
	0.5% de fibras de poliestireno	147.96	146.55	0.02
		146.49		
		145.21		
	1% de fibras de poliestireno	153.06	153.51	0.06
		154.16		
		153.32		
	2% de fibras de poliestireno	151.02	148.65	0.03
		146.17		
		148.75		
14 días	Convencional	146.37	164.82	0.00
		170.98		
		177.11		
	0.5% de fibras de poliestireno	178.90	181.41	0.10
		179.23		
		186.09		
	1% de fibras de poliestireno	195.17	197.25	0.20
		197.68		
		198.89		
	2% de fibras de poliestireno	186.96	184.26	0.12
		182.40		
		183.43		
28 días	Convencional	240.66	244.24	0.00
		240.33		
		251.73		
	0.5% de fibras de poliestireno	254.07	251.60	0.03
		254.45		
		246.29		
	1% de fibras de poliestireno	255.70	259.49	0.06
		257.44		
		265.34		
	2% de fibras de poliestireno	259.15	255.93	0.05
		251.34		
		257.30		



## Resistencia a la flexión

	Mezcla del concreto	Muestra	Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	% de variación
7 días	Convencional	25.51	25.61	0.00
		25.41		
		25.90		
	0.5% de fibras de poliestireno	27.91	28.96	0.13
		27.82		
		29.72		
	1% de fibras de poliestireno	29.12	30.04	0.17
		29.02		
		27.98		
	2% de fibras de poliestireno	27.04	27.83	0.09
27.02				
27.82				
14 días	Convencional	40.52	39.93	0.00
		38.83		
		40.44		
	0.5% de fibras de poliestireno	41.55	41.53	0.04
		41.61		
		41.44		
	1% de fibras de poliestireno	42.31	42.28	0.06
		42.38		
		42.13		
	2% de fibras de poliestireno	41.25	40.06	0.00
39.82				
39.10				
28 días	Convencional	53.57	53.08	0.00
		52.44		
		53.24		
	0.5% de fibras de poliestireno	54.39	54.43	0.03
		54.56		
		54.35		
	1% de fibras de poliestireno	54.76	54.75	0.03
		54.57		
		54.91		
	2% de fibras de poliestireno	53.25	52.87	0.00
52.69				
52.68				

**Anexo N°08: Fotografía de la aplicación del instrumento**

## 1. GRANULOMETRÍA



**Fotografía N°1:** Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino, según referencia de la norma NTP 400.012.

Nota: Propia



**Fotografía N°2:** Ensayo de granulometría del agregado grueso, según referencia de la norma NTP 400.012.

Nota: Propia

## 2. PESO ESPECÍFICO AGREGADO FINO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO



**Fotografía N° 3:** Ensayo con el molde cónico, metálico de  $40\pm 3$ mm de diámetro, y la varilla de apisonamiento de  $340\pm 15$ g, normalizado peso específico y absorción del agregado fino, según referencia de la norma NTP 400.022.

Nota: Propia



**Fotografía N° 4:** Fiola herramienta normalizado peso específico y absorción del agregado fino, según referencia de la norma NTP 400.022.

Nota: Propia

### 3. PESO ESPECÍFICO AGREGADO GRUESO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO



**Fotografía N° 5:** Prueba de cálculo de peso específico y absorción en áridos finos, NTP 400.022.

Nota: Propia



**Fotografía N° 6:** Prueba para el cálculo del peso sumergido dentro de la canastilla a una temperatura de agua de 23°C.

Nota: Propia

#### 4. (PUC-PUS) DEL AGREGADO FINO



**Fotografía N° 7:** Prueba para el cálculo del PUC del árido fino

Nota: Propia



**Fotografía N° 8:** Prueba para calcular el PUS de los áridos finos

Nota: Propia

## 5. (PUC-PUS) DEL AGREGADO GRUESO



**Fotografía N° 9:** Prueba para el cálculo del PUC del agregado grueso.

Nota: Propia



**Fotografía N° 10:** Prueba para el cálculo del PUS del agregado grueso.

Nota: Propia

## 6. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS PROBETAS CONVENCIONALES

### 6.1. RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DIAS DE EDAD



**Fotografía N° 11:** Evaluación Del  $f'c$  en testigos cilíndricos en un periodo de 7 días de edad del concreto convencional.

Nota: Propia



**Fotografía N° 12:** Evaluación Del  $f'c$  en testigos cilíndricos en un periodo de 14 días de edad del concreto convencional.

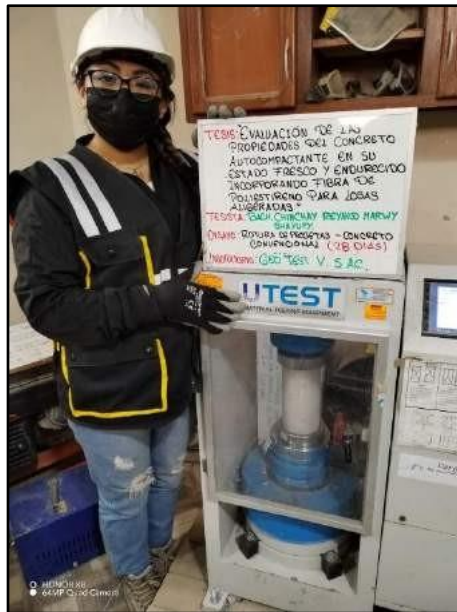
Nota: Propia





**Fotografía N° 13:** Evaluación Del  $f'c$  en testigos cilíndricos en un periodo de 21 días de edad del CC

Nota: Propia



**Fotografía N° 14:** Evaluación Del  $f'c$  en testigos cilíndricos en un periodo de 28 días de edad del CC

Nota: Propia

## 7. RESITENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS AL 0.5%, 1.0%, CON FIBRA DE POLIESTIRENO

### 7.1. $F'_c$ del concreto con 0.50% de fibra



a)



b)



c)



d)

**Fotografía N° 15:** Prueba de compresión de testigos del concreto en un periodo de a) 7 días, b) 14 días, c) 21 días y d) 28 días con 0.50% de fibra de poliestireno.

Nota: Propia

## 7.2. $F'_c$ del concreto con 1.0% de fibra



a)



b)



c)



d)

**Fotografía N° 16:** Prueba de compresión de testigos del concreto en un periodo de a) 7 días, b) 14 días, c) 21 días y d) 28 días con 0.10% de fibra de poliestireno.

Nota: Propia

## 7.3. $F'_c$ del concreto con 1.0% de fibra



a)



b)



c)



d)

**Fotografía N° 17:** Prueba de compresión de testigos del concreto en un periodo de a) 7 días, b) 14 días, c) 21 días y d) 28 días con 0.20% de fibra de poliestireno.

Nota: Propia

## 8. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION

### a) 7 días



**Fotografía N° 182:** Ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días en el concreto autocompactante convencional.

Nota: Propia



**Fotografía N° 193:** Mr a los 7 días en el concreto, CC + 0.5%, +1%, +2% de fibra de poliestireno.

Nota: Propia

### b) 14 días



**Fotografía N° 204:** Ensayo para el cálculo del MR a los 14 días en el concreto, CC + 0.5% con fibra de poliestireno.

Nota: Propia



**Fotografía N° 45:** Prueba para el cálculo del MR a los 14 días en el concreto compactante convencional

Nota: Propia

c) **28 días**



**Fotografía N° 46:** Ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días en el concreto autocompactante convencional.

Nota: Propia



Fotografía N° 217: Ensayo del MR a los 28 días en el concreto, CC + 1% de fibra de poliestireno.

Nota: Propia

## 9. ELABORACIÓN DE TRAMO DE PRUEBA, LOSAS ALIGERADAS



**Fotografía N° 48:** Elaboración de simulación de losas aligeradas, según RNE E 060.

Nota: Propia



**Fotografía N° 49:** Colocación de los ladrillos de techo de acuerdo a la medida y del peralte; estas deben estar alineados y tener medida simétricas; según referencia de RNE E 060.

Nota: Propia



**Fotografía N° 50:** Acabado de la losa aligerada para techo de acuerdo a la medida y del peralte; dejando alineados y medidas simétricas; según referencia de RNE E 060.

Nota: Propia



**Fotografía N° 51:** Temperatura del concreto usado para la elaboración de la losa aligerada para techo para su verificación de hidratación; según referencia de RNE E 060.

Nota: Propia



**Fotografía N° 52:** Uniformidad y enrasado de la losa para su posterior Fragua y endurecimiento del concreto; según referencia de RNE E 060.

Nota: Propia



## 10. CURADO O HIDRATACION DEL TRAMO DE PRUEBA, LOSAS ALIGERADAS



**Fotografía N° 223:** Cubrimiento después del acabado, para evitar la evaporación de agua del concreto sin endurecimiento de la losa, según referencia de la NTP 339.183.

Nota: Propia



**Fotografía N° 234:** Segundo día de curado, esta debe ser realizado en un medio libre de vibraciones; según referencia de la NTP 339.183.

Nota: Propia



**Fotografía N° 55:** El curado o fraguado del concreto no debe ser expuesto a goteos o corrientes de agua; según referencia de la NTP 339.183.

Nota: Propia



**Fotografía N° 246:** Para evitar su mal curado se debe evitar el resecamiento de las paredes de la losa en este tiempo; según referencia de la NTP 339.183.

Nota: Propia



**Fotografía N° 57:** Día quinto del fraguado, el proceso es el mismo durante las fechas de ensayo endurecido como compresión y flexión, según referencia de la NTP 339.183.

Nota: Propia

## **ENSAYO EN EL CONCRETO FRESCO CON EL EMBUDO V Y LA CAJA L**

### **A) EMBUDO V**



**Fotografía N° 58:** En imágenes observa el equipo para el método de ensayo Embudo V

Nota: Propia



**Fotografía N° 59.** En imágenes se puede observar ejecutando el ensayo de embudo en V donde se determinó la capacidad de relleno (consistencia) del concreto.

Nota: Propia

**B) CONSISTENCIA CONFINADA CON CAJA EN FORMA DE 'L'**



**Fotografía N° 60:** En imágenes observa el equipo para el método de ensayo en caja L

Nota: Propia



**Fotografía N° 61:** Realizando ensayo de caja en L de este modo se evalúa la consistencia del concreto

Nota: Propia



**Fotografía N° 62:** En imágenes de puede observar ensayo de caja en L de este modo se evalúa la consistencia del concreto

Nota: Propia