

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**COMPARATIVO DE LA ADICIÓN DE ASERRÍN Y LA  
ADICIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN  
CONCRETOS LIVIANOS NO ESTRUCTURALES PARA  
EDIFICACIONES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. PAITAN CRISTOBAL, Osterling**

**Asesor. Ph.D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed**

**LINEAS DE INVESTIGACION: NUEVAS TECNOLOGIAS Y  
PROCESOS**

**HUANCAYO-PERU**

**2024**

## **DEDICATORIA**

A mi familia por ser una gran motivación para nunca rendirme y llegar a cumplir las metas trazadas.

**Bach. Paitan Cristobal, Osterling**

## **AGRADECIMIENTO**

Principal agradecimiento a dios y docentes quienes contribuyeron en mi formación académica.

**Bach. Paitan Cristobal, Osterling**

# CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0125 - FI -2023

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

## COMPARATIVO DE LA ADICIÓN DE ASERRÍN Y LA ADICIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN CONCRETOS LIVIANOS NO ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIONES

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. PAITAN CRISTOBAL OSTERLING

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) : PH. D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED

Fue analizado con fecha **28/12/2023**; con **137 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **23** %.

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, 28 de diciembre de 2023.



MTRA. LIZET DORIELA MAÑTARI MINCAMI  
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
CONTENIDO .....	V
CONTENIDO DE TABLAS .....	VIII
CONTENIDO DE FIGURAS .....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	16
CAPITULO I.....	18
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
1.1 Descripción de la realidad problemática .....	18
1.2 Delimitación del problema.....	20
1.2.1 Delimitación espacial .....	20
1.2.2 Delimitación temporal.....	23
1.3 Formulación del problema general.....	23
1.3.1 Problema General.....	23
1.3.2 Problemas Específicos .....	23
1.4 Justificación.....	24
1.4.1 Justificación social .....	24
1.4.2 Justificación teórica.....	25
1.4.3 Justificación metodológica.....	25
1.5 Objetivos .....	26
1.5.1 Objetivo general .....	26
1.5.2 Objetivos específicos .....	26
CAPITULO II .....	27
2 MARCO TEÓRICO .....	27
2.1 Antecedentes .....	27
2.1.1 Antecedentes nacionales .....	27
2.1.2 Antecedentes internacionales .....	29

2.2	Base teóricas o científicas .....	32
2.2.1	Aserrín.....	32
2.2.2	Poliestireno expandido .....	33
2.2.3	Concreto .....	34
2.2.4	Cemento Portland.....	40
2.2.5	Agua .....	41
2.2.6	Agregados .....	43
2.2.7	Concreto liviano .....	45
2.3	Marco conceptual .....	49
CAPITULO III.....		51
3	HIPÓTESIS .....	51
3.1	Hipótesis general.....	51
3.2	Hipótesis específicas .....	51
3.3	Variables .....	51
3.3.1	Definición conceptual de variables .....	51
3.3.2	Definición operacional de las variables .....	52
3.3.3	operacionalización de variables .....	54
CAPITULO IV.....		55
METODOLOGÍA .....		55
3.4	Método de investigación .....	55
3.5	Tipo de investigación .....	55
3.6	Nivel de investigación.....	56
3.7	Diseño de la investigación .....	56
3.8	Población y muestra .....	56
3.8.1	Población.....	56
3.8.2	Muestra.....	56
3.9	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	57
3.10	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	57
3.11	Aspectos éticos de la investigación .....	58
CAPITULO V.....		59
4	RESULTADOS .....	59
4.1	Descripción del diseño tecnológico .....	59

4.2	Descripción de resultados .....	60
4.2.1	Análisis de ensayos de laboratorio .....	60
4.2.2	Peso específico y absorción del agregado .....	62
4.2.3	características de los aridos finos y grueso .....	64
4.2.4	Diseño de mezcla de fc 210 kg/cm <sup>2</sup> -cantidad de material para 1 m <sup>3</sup> ..	64
4.2.5	Diseño patrón con fc de 210 kg/ cm <sup>2</sup> para 90 kg de mezcla.....	65
4.2.6	peso unitario en concreto fresco.....	67
4.2.7	contenido de aire en agregados .....	68
4.2.8	Ensayo de compresión simple .....	69
4.2.9	Cuadros resumidos de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados a nivel del concreto fresco y a nivel del concreto endurecido .	75
4.3	Contrastación de hipótesis.....	83
4.3.1	asentamiento del aserrín .....	84
4.3.2	Asentamiento del poliestireno expandido .....	85
4.3.3	peso unitario del poliestireno .....	86
4.3.4	Peso unitario del aserrin .....	87
4.3.5	contenido de aire del aserrín .....	89
4.3.6	contenido de aire del poliestireno expandido.....	90
4.3.7	Compresión del aserrín .....	92
4.3.8	Compresión del poliestireno expandido.....	93
CAPITULO VI.....		95
5 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....		95
CONCLUSIONES .....		98
RECOMENDACIONES .....		99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		100
6 ANEXOS .....		104
Matriz de consistencia.....		104
Matriz de operacionalización de variables .....		105
Matriz de operacionalización de instrumento .....		106
Resultados de ensayos.....		116
Certificado de calibración de los equipos .....		133

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Asentamientos recomendados .....	36
Tabla 2 Criterios de aceptación de las temperaturas.....	38
Tabla 3 factores que influyen en la resistencia del concreto .....	38
Tabla 4 composición química del cemento.....	40
Tabla 5 Clasificación del cemento de acuerdo a la NTP 334.009 (2005) .....	41
Tabla 6 límites permisibles de sales y sustancia presentes en el agua.....	42
Tabla 7 Granulometría del agregado fino .....	43
Tabla 9 Límites de resistencia a la compresión. ....	47
Tabla 10 Tabla de conductividad térmica v/s densidad aparente .....	48
Tabla 11 Evaluación de la granulométrica del agregado grueso .....	60
Tabla 12 Resultados de dimensionamiento de agregados finos .....	61
Tabla 13 Resultados de propiedades del agregado grueso de los áridos grueso de acuerdo a la MTC 206 .....	62
Tabla 14 Resultados de ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso-agregado fino MTC – 205.....	63
Tabla 15 Característica de los agregados finos y gruesos .....	64
Tabla 16 Diseño de mezcla $f_c'210$ .....	64
Tabla 17 Diseño patrón $f_c'210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	65
Tabla 18 Diseño mezcla con $f_c'210$ kg/cm <sup>2</sup> - adición de aserrín 3% .....	65
Tabla 19 Diseño mezcla con $f_c'210$ kg/cm <sup>2</sup> - adición de aserrín 5% .....	65
Tabla 20 Diseño mezcla con $f_c'210$ kg/cm <sup>2</sup> - adición de poliestireno expandido 0.5% .....	66
Tabla 21 diseño mezcla con $f_c'210$ kg/cm <sup>2</sup> - adición de poliestireno expandido 1%....	66
Tabla 22 Peso unitario concreto fresco – convencional .....	67
Tabla 23 Peso unitario Concreto fresco aserrín al 3% .....	67
Tabla 24 peso unitario concreto fresco aserrín 5% .....	67
Tabla 25 peso unitario concreto fresco - poliestireno al 0,5%.....	68
Tabla 26 Peso unitario concreto fresco -poliestireno al 1.0% .....	68
Tabla 27 contenido de aire - agregado fino - arena zarandeada .....	68
Tabla 28 contenido de aire - agregado grueso-piedra chancada.....	69

Tabla 29 Comprensión simple a los 7 días de convencional, aserrín 3%, aserrín 5% ....	69
Tabla 30 Comprensión simple a los 14 días de convencional aserrín 3%, aserrín 5% ...	70
Tabla 31 Comprensión simple a los 21 días de convencional aserrín 3%, aserrín 5% ...	71
Tabla 32 Comprensión simple a los 28 días de convencional aserrín 3%, aserrín 5% ...	72
Tabla 33 Comprensión simple a los 7 días de poliestireno expandido a un porcentaje de 0.5% .....	72
Tabla 34 Comprensión simple a los 14 días de poliestireno expandido a un porcentaje de 0.5%;1% .....	73
Tabla 35 Comprensión simple a los 21 días de poliestireno expandido a un porcentaje de 0.5%;1% .....	74
Tabla 36 Comprensión simple a los 28 días de poliestireno expandido a un porcentaje de 0.5%;1% .....	74
Tabla 37 Resultados del ensayo de asentamiento diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5% .....	75
Tabla 38 Resultados del ensayo de asentamiento, convencional con adición de poliestireno expandido 0.5 y 1% .....	76
Tabla 39 Resultados del ensayo de peso unitario diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5% .....	76
Tabla 40 Resultados del ensayo de peso unitario, convencional con adición de poliestireno expandido 0.5 y 1% .....	77
Tabla 41 Resultados del ensayo de contenido de aire diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5% .....	77
Tabla 42 Resultados del ensayo de contenido de aire diseño convencional, diseño con poliestireno expandido al 0.5 y 1 % .....	78
Tabla 43 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días, diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5% .....	79
Tabla 44 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días, diseño convencional, diseño poliestireno expandido al 0.5 y 1% .....	79
Tabla 45 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días, diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5% .....	80
Tabla 46 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días, diseño convencional, diseño poliestireno expandido al 0.5 y 1% .....	80

Tabla 47 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 21 días, diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5% .....	81
Tabla 48 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 21 días, diseño convencional, diseño poliestireno expandido al 0.5 y 1% .....	82
Tabla 49 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días, diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5% .....	82
Tabla 50 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días, diseño convencional, diseño poliestireno expandido al 0.5 y 1% .....	83
Tabla 51 prueba de normalidad aserrín.....	84
Tabla 52 Prueba de homogeneidad de varianzas aserrín .....	84
Tabla 53 anova aserrín.....	85
Tabla 54 Prueba de normalidad poliestireno expandido.....	85
Tabla 55 Prueba de homogeneidad de varianzas poliestireno expandido .....	85
Tabla 56 anova poliestireno expandido .....	86
Tabla 57 prueba de normalidad poliestireno expandido.....	86
Tabla 58 Prueba de homogeneidad de varianzas poliestireno expandido .....	87
Tabla 59 anova -peso unitario -poliestireno expandido.....	87
Tabla 60 prueba de normalidad aserrín.....	88
Tabla 61 Prueba de homogeneidad de varianzas aserrín .....	88
Tabla 62 Anova.....	88
Tabla 63 prueba de normalidad aserrín.....	89
Tabla 64 Prueba de homogeneidad de varianzas aserrín .....	89
Tabla 65 anova.....	90
Tabla 66 prueba de normalidad poliestireno expandido-contenido de aire .....	90
Tabla 67 Prueba de homogeneidad de varianzas-contenido de aire .....	91
Tabla 68 anova poliestireno expandido .....	91
Tabla 69 prueba de normalidad aserrín-compresión -28 días.....	92
Tabla 70 Prueba de homogeneidad de varianzas -28 días .....	92
Tabla 71 anova -compresión 28 días .....	93
Tabla 72 prueba de normalidad -compresión - poliestireno expandido-28 días.....	93
Tabla 73 Prueba de homogeneidad de varianzas-compresión -28 días .....	93
Tabla 74 anova-compresión de poliestireno expandido-28 días.....	94

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 mapa político del Perú .....	20
Figura 2 región Junín .....	21
Figura 3 provincia de Huancayo .....	21
Figura 4 distrito de sapallanga .....	22
Figura 5 centro poblado de huayllaspanca.....	22
Figura 6 ubicacion del punto trabajado.....	23
Figura 7 Material aserrín resultante del proceso de obtención de madera.....	33
Figura 9 Perlitas del poliestireno expandido.....	34
Figura 10 Resultante curva granulométrica de áridos gruesos .....	60
Figura 11 Curva granulométrica del agregado fino .....	62
Figura 12 Para la investigación se empleó como agregados: piedra chancada, arena gruesa, aserrín, poliestireno expandido para eso se optó de tener una buena calidad de agregados libre de impurezas.....	108
Figura 13Proceso del pesado de agregados de aserrín, poliestireno expandido, piedra chancada, agregado grueso y agua de acuerdo al diseño mezcla tanto para el diseño de mezcla del patrón, diseño de mezcla con la incorporación del 3 ,5 % de aserrín y luego 0.5,1% .....	109
Figura 14 proceso de mezclado de los cinco diseños de mezcla (Patrón, aserrín 3%; aserrín 5%; poliestireno expandido 0.5%; poliestireno expandido 1%). .....	110
Figura 15 proceso del ensayo de asentamiento del concreto tanto del poliestireno expandido 0.5 y1 %, aserrín 3 y5 %, concreto Patrón (convencional). .....	111
Figura 16 proceso del ensayo de peso unitario tanto con la adición de aserrín del 3 y5%, poliestireno expandido 0.5 y 1 %, mezcla Patrón(convencional). .....	112
Figura 17 proceso del ensayo de contenido de aire para la mezcla Patrón (convencional), con la adición de aserrín del 3 y5%; con la adición de poliestireno expandido de 0.5 y 1%). .....	113
Figura 18 Ensayo de resistencia a la comprensión del concreto con las adiciones de aserrín y poliestireno expandido más las probetas convencionales.....	114

Figura 19 Ensayo de resistencia a la comprensión del concreto con las adiciones de aserrín y poliestireno expandido más las probetas convencionales..... 115

## RESUMEN

Esta investigación abordo el tema comparativo de la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido en concretos livianos no estructurales para edificaciones así mismo teniendo como problemática de la contaminación de los diferentes lugares donde se almacenan o se desechan enormes cantidades de residuos generados por las industrias.

Se tiene como objetivo determinar el resultado del comparativo de la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido en concretos livianos no estructurales para edificaciones. La metodología de la investigación es científica, de tipo aplicada con un diseño cuasi experimental con el que se obtiene los resultados y se da solución a un problema real y en la técnica y recolección de datos es por observación directa y también por revisión bibliográfica , la población está dada por 105 ensayos de concreto con la adición de aserrín y poliestireno expandido en el concreto liviano en porcentajes de 3 %, 5% ; 0.5% y 1 % en las que se analizaron las propiedades en estado fresco asentamiento ,peso unitario, contenido de aire ;y en la propiedad endurecida resistencia a la comprensión en 7 ,14,21 y 28 días. Concluyendo que la adición de aserrín aun 3% da significancia en las ´propiedades del concreto: resistencia a la comprensión, trabajabilidad y asentamiento; respecto a la adición de poliestireno expandido aun 0.5 % da significancia en el peso unitario, aligera el peso del concreto.

**PALABRAS CLAVES:** trabajabilidad, peso unitario asentamiento, resistencia a la comprensión.

## **ABSTRACT**

This investigation addressed the comparative issue of the addition of sawdust and the addition of expanded polystyrene in non-structural lightweight concrete for buildings, also having as a problem the contamination of the different places where huge amounts of waste generated by the industries are stored or disposed of. The objective is to determine the result of the comparison of the addition of sawdust and the addition of expanded polystyrene in non-structural lightweight concrete for buildings. The research methodology is scientific, of an applied type with a quasi-experimental design with which the results are obtained and a solution is given to a real problem and in the technique and data collection it is by direct observation and also by bibliographic review, the The population is given by 105 concrete tests with the addition of sawdust and expanded polystyrene in the lightweight concrete in percentages of 3%, 5%; 0.5% and 1% in which the properties in the fresh state, settlement, unit weight, and air content were analyzed; and in the property hardened resistance to compression in 7,14,21 and 28 days. Concluding that the addition of sawdust even 3% gives significance in the 'properties of the concrete: resistance to compression, workability and settlement; Regarding the addition of expanded polystyrene, even 0.5% gives significance in the unit weight, it lightens the weight of the concrete.

**KEY WORDS:** workability, settlement unit weight, compressive strength

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación presenta como problema general: ¿Cuál es el resultado del comparativo de la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido en concretos livianos no estructurales para edificaciones? para lo cual se formula como objetivo general: Determinar el resultado del comparativo de la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido en concretos livianos no estructurales para edificaciones. La adición de aserrín produce mejores resultados en comparación a la adición del poliestireno expandido, en concretos livianos no estructurales para edificaciones.

El método de investigación será el científico, el tipo de esta investigación será aplicado y el nivel será explicativo, utilizándose un diseño de investigación cuasiexperimental, población estará conformada por 105 probetas de concreto liviano con la adición de aserrín al 3%, 5%, así como la adición de poliestireno expandido en los porcentajes de 0.5% ,1%, a fin de compararlos, mientras que la muestra es del tipo censal y viene a estar conformada por toda la población.

Lo que la presente investigación pretende es comparar cuál de las adiciones mencionadas obtiene los mejores resultados para el concreto liviano a fin de ser utilizado en elementos no estructurales para edificaciones.

El sector construcción abarca gran parte , también se realiza innovaciones tecnológicas a través de diferentes espacios fomentados para mejorar los diferentes procesos constructivos e innovar en ellas , por ello existe diferentes investigaciones que llega a un solo propósito que es de realizar un concreto liviano para las diferentes estructuras que hay en una edificación esto que tiene como objetivo reducir las cargas muertas que tiene un concreto , lo que permite a su vez que el diseñador estructural reduzca el tamaño de

columnas, zapatas y otros elementos de soporte de cargas por ello al realizar la adición tanto del aserrín y el poliestireno expandido se busca ver cuál de estos dos componentes del concreto será el que permita ver que mejoras trae al adicionar dichos componentes para un concreto liviano adecuado apegado a las normas técnicas vigentes .

A esa necesidad se plantea la investigación titulada:” comparativo de la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido en concretos livianos no estructurales para edificaciones “ello también permitirá determinar las características del concreto en estado fresco y endurecido teniendo una dosificación única de los componentes del concreto y adicionándole porcentajes variables de aserrín en 3 y 5%, también en la adición del poliestireno expandido en porcentajes de 0.5 y 1 % , de esta forma se pondrá a comparar , en tal sentido se plantea 5 capítulos .

**CAPITULO I:** Se presentan los problemas identificados, así como las justificaciones por las que se realiza la investigación y limitaciones.

**CAPITULO II,** se presentan los antecedentes con relación al problema y las bases teóricas relacionadas a los indicadores y dimensiones.

**CAPITULO IV,** Se mencionan las hipótesis y como se evaluaron las dimensiones

**CAPITULO IV,** Se presenta la metodología que se empleó en la investigación, la delimitación de la población- muestra baso como las técnicas de procesamiento de datos.

**CAPITULO IV,** desarrolla la descripción de resultados y la validación de la tesis.

**CAPITULO V,** Se presentan los valores numéricos relacionados a la información obtenida de los resultados y un análisis de los mismos.

**CAPITULO VI,** Se desarrollaron las conclusiones, recomendaciones y anexos que dan sustento a la investigación.

**Bach. Paitan Cristóbal, Osterling**

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

Actualmente se sufre un calentamiento global a causas de los gases de efecto invernadero (GEI), los cuales principalmente son causados por la mala disposición de los residuos sólidos tanto del poliestireno expandido que es derivado del petróleo y la contaminación con restos de aserrín , son grandes cantidades almacenadas por las industrias que al no ser 100 % reciclables generan un daño irreversible al medio ambiente y a la salud de los ser vivientes , es por esta razón se busca la reutilización de estas residuos tanto del poliestireno y aserrín para ser aprovechado para la industria de la construcción en un concreto ligero para elementos no estructurales de edificaciones y también podría ser utilizadas en otras áreas de la construcción.

#### **Internacional -Poliestireno expandido (Tecnopor)**

El material plástico en la actualidad es producido en grandes cantidades ya que es empleado casi en la totalidad de actividades de transporte, venta, almacenamiento, etc. Los que genera un impacto ambiental pues el material del que está compuesto evita que se degrade fácilmente lo que ocasiona la generación de residuos sólidos nocivos que afectan a los recursos naturales renovables y un gasto de los materiales no renovables como el petróleo. Además, se debe tener en cuenta que el proceso de reciclaje representa un problema en los países en desarrollo. (Gonzalo, 2017)

Además, la generación de este material indica que aquellas personas que trabajan en las fábricas productoras de material Tecnopor llegan a sufrir de linfomas, y que al estar en contacto con nuestros alimentos exista la posibilidad de llegar a ingerirlos.

- **Aserrín**

En un área industrial la madera llega a ser empleada para diferentes actividades, durante las etapas de transformación llega a generar residuos tales como: viruta, polvo y aserrín que al ser inalado por los trabajadores productores puede volverlos susceptibles a diversas enfermedades respiratorias por una inhalación de polvos.

Aquellas grandes industrias madereras pueden almacenar altos porcentajes de aserrín en lugares inapropiados, provocando problemas al inhalar estas partículas respaldado por diversos estudios en los que se menciona que con la inhalación se pueden producir problemas en la salud. (García et al. 2008).

- **Nacional - Poliestireno expandido**

En el Perú se generan unos 950 mil millones de residuos plásticos, datos estadísticos menciona que solo en el callao y lima se genera 886 tn de plásticos. y según la ONU el 60 a 90% son vertidas o encontradas en las superficies de nuestro mar y el fondo fondo océano. se prevé que estos números se dupliquen para el año 2030. Cosinga y Gómez (2017)

- **Aserrín**

Actualmente en el Perú se identifica un aumento las empresas que trabajan con madera ya que, por lo menos el 85% de estas industriales se consideran informales y llegan a ser derivados para la industria de los muebles, en cuanto a los que son derivados para la construcción llegan a ser alarmante por que llega producir contaminación a la población.

- **Local**

En la Provincia de Huancayo se pueden identificar más de 60 aserraderos que se encuentran distribuidos entre sus diversos distritos, que están relacionados a las actividades forestales que a su vez obtienen madera de manera formal o informal, siendo una actividad que no se ve fácil de erradicar más, sino que viene a ser demandada, al ser empleada en diferentes sectores productivos. (Lapa, 2020)

En cuanto al polietileno prácticamente el 70% de residuos obtenidos son de los envases de comida rápida, se identificó que no hay un manejo adecuado de los residuos en los aserraderos lo que genera una propagación de hongos, plagas y enfermedades.

Álvarez et al. (2001)

## 1.2 Delimitación del problema

### 1.2.1 Delimitación espacial

#### UBICACIÓN POLITICA

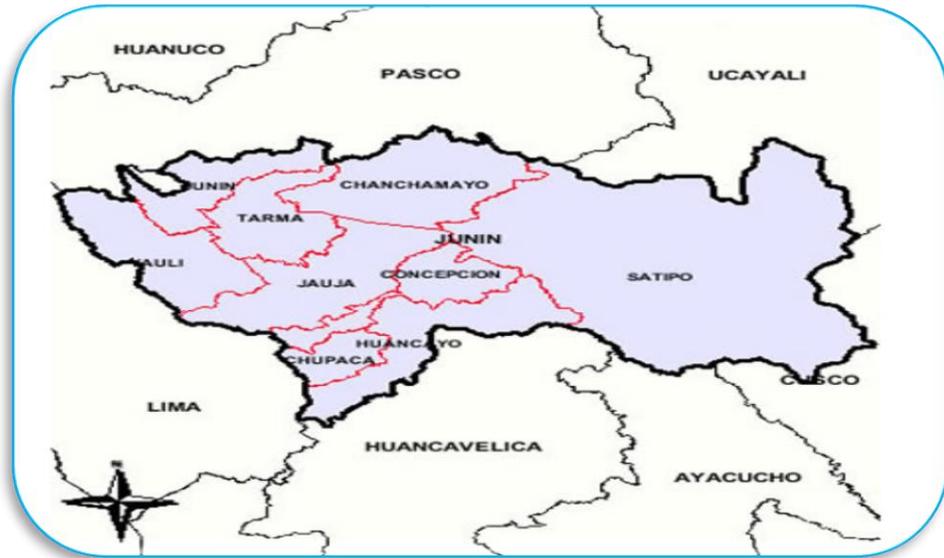
Figura 1

*mapa político del Perú*



. Fuente: imágenes Google

Figura 2  
*región Junín*



Fuente: imágenes Google.

Figura 3  
*provincia de Huancayo*



Fuente: imágenes Google

Figura 4  
*distrito de sapallanga*



Fuente: imágenes Google.

Figura 5  
*centro poblado de huayllaspaca*



Fuente: Google Maps

Figura 6  
*ubicacion del punto trabajado*



Fuente: Google Maps

La investigación se llevó a cabo en el centro poblado de huayllaspanca, distrito de Sapallanga, de la provincia de Huancayo, de la región Junín.

### **1.2.2 Delimitación temporal**

La investigación se llevó a cabo entre los meses de mayo a septiembre del año 2022.

## **1.3 Formulación del problema general**

### **1.3.1 Problema General**

¿Cuál es el resultado del comparativo de la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido en concretos livianos no estructurales para edificaciones?

### **1.3.2 Problemas Específicos**

1. ¿Qué resultado produce la comparación entre la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido en las propiedades en estado fresco?

2. ¿Cuáles son los resultados que se obtienen de la comparación entre la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido en las propiedades en estado endurecido?

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1 Justificación social**

Una investigación se justifica de forma social cuando llega a aportar información útil con la que se puede resolver problemas de ingeniería que mejoren la eficacia, corrijan errores, lleguen a reducir costos y aportando información útil para la resolución de problemas dentro de la gestión empresarial, para la gestión de los problemas cotidianos y latentes. (Canto, 2010, p. 130)

Con estas consideraciones en la investigación se buscó contribuir a la sociedad local respecto a la utilización de la mejor alternativa, entre la adición de aserrín y poliestireno expandido, en la producción de concreto liviano para elementos no estructurales de edificaciones.

Busca reducir los costos de construcción ya que al buscar un concreto liviano a base de la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido reduciría el peso del concreto en elementos no estructurales como es la cubierta que se da en la losa aligerada que es de 5 cm, esto permitirá que el diseñador estructural reduzca las dimensiones de las estructuras en este caso las columnas, vigas y otros elementos, por ende al reducir las dimensiones de los elementos estructurales reducirá el costo en los materiales de construcción; aparte de la reutilización de los residuos contaminantes que se da al almacenar grandes cantidades de aserrín y poliestireno en las diferentes industrias madereras e

industrias de plásticos ; así evitar también graves consecuencias de las salud de las personas .

#### **1.4.2 Justificación teórica**

Una tesis se llega a justificar teóricamente llegar a aportar nuevos conceptos y formas de llegar a entender los problemas de relación a la ingeniería, con la adaptación de nuevos contextos entendiendo así problemas ambiguos que pueden ser solucionadas con nuevas teorías y conceptos de aplicación (Ccanto, 2010, p. 130).

En este contexto la investigación llega a contribuir con nuevos conocimientos de acuerdo con la adición de aserrín y del poliestireno expandido para la producción de concreto liviano en elementos no estructurales de las edificaciones.

En la actualidad se busca obtener un concreto o sistemas que permitan tanto reducir costos y aligerar concreto para así tener estructuras de menos costos es por eso que la investigación al adicionar aserrín busca ese nuevo conocimiento del comportamiento del concreto al adicionar aserrín y comparar con respecto al poliestireno expandido.

#### **1.4.3 Justificación metodológica**

Méndez (2012), señala: “Una investigación se justifica de forma teórica al proponer métodos y estrategias empleadas para generación de un nuevo conocimiento que es válido, buscando así nuevas formas de generar información.”

De acuerdo con el concepto antes mencionado la investigación llega a proponer nuevas metodologías para generar elementos livianos, con la que se generó una metodología de trabajo del uso de aserrín y poliestireno expandido en el concreto, método variable de acuerdo al diseño de mezcla con las que se

obtuvieron diferentes comportamientos con respecto al concreto patrón mejorando así la eficiencia de en la construcción civil. Por lo que también se puede emplear en futuras investigaciones.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Determinar el resultado del comparativo de la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido en concretos livianos no estructurales para edificaciones.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

1. Analizar el resultado produce la comparación entre la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido en las propiedades en estado fresco.
2. Evaluar los resultados que se obtienen de la comparación entre la adición de aserrín y la adición de poliestireno expandido en las propiedades en estado endurecido.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes**

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

(Calle, 2018), presento su investigación de pregrado para la UNJFSC titulada: *“ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL POLVO DE ALUMINIO SOBRE EL ASENTAMIENTO EN UN CONCRETO LIGERO, EN LA PROVINCIA DE HUAURA – 2018”*, fijo como problema principal: “¿Cuál es la influencia del polvo de aluminio sobre las propiedades del concreto ligero?”, planteo como objetivo general: “Determinar la influencia que presenta el polvo de aluminio dentro de las características físicas y mecánicas del concreto liviano”, la metodología empleada en la tesis es con un diseño transversal de un tipo explicativo y con un diseño no experimental al seguir un proceso de análisis de propiedades físicas y mecánicas del concreto, logro como resultados: Aceptando que al emplear polvo de aluminio los resultados de consistencia, asentamiento bajo la norma NTP 339.035 y resistencia a compresión mostrada por el concreto no varían, mas solo la densidad muestra una reducción, como parte de las conclusiones: “Se identifico que el incremento del porcentaje de polvo de

aluminio preserva la resistencia a compresión, reduciendo la densidad, mantienen los valores de asentamiento, de esta forma también aumenta la absorción que tiene el concreto.

(Vera, 2018), **explica su tesis de pregrado de la UNC con título: “DISEÑO DE UN CONCRETO LIVIANO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA EJECUCIÓN DE LOSAS EN EL ASENTAMIENTO HUMANO AMAUTA - ATE - LIMA ESTE (2018)”**, fijo como problema principal: “¿Cómo influye el uso poliestireno expandido en las características del concreto liviano empleado en losas”, presento el objetivo general: “Evaluar el comportamiento del concreto con el uso de poliestireno expandido para el uso de losas”, metodológicamente la investigación fue experimental método que ayudo evaluar la relación del poliestireno expandido con las propiedades del concreto, se identificó como resultados: En la relación agua/cemento 0,56 se llegó a identificar que con la adición de perlitas de poliestireno expandido le incremento el asentamiento logrando un resultado de 6.0” y en el concreto patrón el asentamiento fue de 3”, en la muestra DPE-02 el Slump = 6,5” y con el DPE-03 el slump = 7,0”, en tanto con la adición del 1% de plastificante Viscocrete 1110 y realizar una reducción del 25% de agua se identificaron que la muestras DPEA-01, DPEA-02 y DPEA-03 presentan valores de asentamiento de 6,5”, 7,0” y 7,0”. Llegando así a la conclusión: Que al adicionar poliestireno expandido se llega a incrementar el asentamiento porque hay una menor capacidad de absorción de agua, el peso unitario del concreto liviano disminuye significativamente. Asimismo, la resistencia es directamente proporcional al peso unitario debido a que a mayor peso unitario mayor es la resistencia.

**Saldaña y Mego (2019), expuso su tesis de pregrado perteneciente a la UCP, CON título: “CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO POR PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - 2019”, planteo como problema general: ¿Cuál es el comportamiento de propiedades físicas y mecánicas del concreto con el remplazo parcial del agregado por poliestireno expandido”, planteo por objetivo general: “Determinar el comportamiento de las características físicas y mecánicas del concreto liviano con el sustituto parcial del agregado grueso por perlas de poliestireno expandido”, metodológicamente la investigación fue de nivel explicativo en la que se empleó el método científico, logrando como resultados: Tanto la densidad como la resistencia a la compresión cumplen con los requisitos establecidos por “Portland Cement Association” de uso de concreto liviano no estructural”, es así que con la rusticación del 60%, 80% y 100%, el  $f'c$  a los 28 días con un  $f'c = 128 \text{ kg/cm}^2$ , de  $f'c = 115 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 99 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente. Las densidades logradas son de  $1,478.685 \text{ kg/m}^3$ ,  $1458.046 \text{ kg/m}^3$  y  $1298.402 \text{ kg/m}^3$ , respectivamente. De esta forma se concluye que: El concreto liviano con perlas de poliestireno presenta una baja disminución del volumen de concreto evitando así que se produzca grietas en el proceso de fraguado y endurecimiento, pudiendo emplearse en grandes superficies sin la necesidad de incrementar juntas de dilatación”**

### **2.1.2 Antecedentes internacionales**

**Caicebo y Tipan (2019), expone su tesis de pregrado de la UCE , titulada: “PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL LIGERO Y CELULAR, UTILIZANDO MATERIALES DE DIFERENTES CANTERAS**

*EN LA CIUDAD DE QUITO*”, planteo el problema general: “¿Cuáles son las propiedades del concreto ligero y celular al emplear agregados de cantera de San Antonio, Pifo y Guayllabamba?”, presento como objetivo general: “Determinar las características mecánicas del hormigón ligero y celular empleando agregados de la cantera de San Antonio, Pifo y Guayllabamba”, metodológicamente se empleó el método científico y tuvo un nivel experimental. Presento como resultados: El  $f'c$  a los 28 días, en el hormigón estructural ligero fue de  $282 \text{ kg/cm}^2$  y su densidad fue  $1919 \text{ kg/m}^3$  con el método ACI 211, en tanto al  $f'c$  del hormigón celular fue  $315 \text{ kg/cm}^2$  y su densidad de  $1.918 \text{ gr/cm}^3$  con el método experimental. La densidad que muestra el hormigón liviano al ser puesto en servicio, es la densidad de equilibrio, para el hormigón ligero fue de  $1815 \text{ kg/m}^3$ , 5% menor al que se tomó en el día del ensayo y el hormigón celular  $1874 \text{ kg/m}^3$ , 2% menor al del día del ensayo, esto por causa de que el hormigón liviano muestra una estructura porosa por lo que retienen agua en el curado, llego a la conclusión: de que el hormigón ligero logra una mayor resistencia a la tracción con respecto al concreto celular con  $35.7$  y  $30.9 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, el  $f'c$  del concreto ligero es menor , afirmando así que la piedra pómez aumenta la resistencia a la tracción en cuanto al uso de poliestireno y las celdas formadas por este mientras que las celdas reducen su capacidad a la tracción.”

**Jaime (2019) expone su tesis de pregrado de la UNC, titulada: “CONCRETO LIVIANO ESTRUCTURAL CON ARCILLAS EXPANDIDAS Y HUMO DE SÍLICE: EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ELASTICIDAD SECANTE”**, planteo como problema general: “¿Cuál es el  $F'c$  y el módulo de elasticidad secante del concreto

liviano empleando perlas de arcilla expansiva”, planteo como objetivo general: “Determinar el  $f'c$  y el módulo de elasticidad secante del concreto liviano empleando perlas de arcillas expandidas como parte del agregado liviano” la metodología empleada es científica, el diseño cuasi experimental, logrando así los resultados: Menciona que al emplear agregado liviano Livitek fue de procedencia Colombiana y el Aliven es de procedencia Venezolana, Actualmente no existen Normas específicas, ecuaciones establecidas para el cálculo del módulo de elasticidad, formulaciones para diseños de mezcla, ni ningún parámetro que permita la utilización del concreto liviano estructural elaborado con arcillas expandidas. Causando una incertidumbre y desconfianza para los ingenieros u otros profesionales en la región. En relación con todo lo mencionado anteriormente se puede decir que, se cumplieron los objetivos planteados, ya que se elaboraron con éxito los 8 diseños de mezcla, 4 de cada agregado liviano, recordando que se hicieron 4 mezclas con cantidades diferentes de material cementante, sustituyendo parcialmente el agregado grueso por agregado liviano.”

(Vivas, 2016), **presenta la tesis de pregrado para la UTA titulada: “*Diseño de un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino*”**, planteo como problema general: “¿Cuáles son las propiedades del concreto con el uso de ceniza de árbol como un sustituto parcial del agregado fino”, fijo como objetivo general: “Análisis de las propiedades del concreto con el uso de ceniza de árbol como un sustituto parcial del AF”, el método empleado es científico al iniciar de la recolección de datos, procesamiento de información y análisis de resultados, llego así a los resultados: Se identifico que al emplear ceniza de madera como parte del sustituto parcial del SAF no se clasifica como hormigón liviano ya

que la densidad se encuentra entre 1.200 a 2.000 kg/m<sup>3</sup>. - El hormigón con 30% de sustitución reduce su densidad en 2,66%, con 50% de sustitución reduce su densidad en 3,68%, con 70% de sustitución reduce la densidad en 5,13% con relación al concreto patrón, en tanto al f'c con 30% y 50% de sustitución presenta una reducción de la resistencia en 3,45% y 7,31% respecto del hormigón patrón (de 186,49 kg/cm<sup>2</sup> a 172,85 kg/cm<sup>2</sup>)". Llego a la conclusión: Mencionando que al emplear ceniza de madera la densidad se llega a reducir, pero no o suficiente como para ser clasificada como parte del concreto ligero.

## **2.2 Base teóricas o científicas**

### **2.2.1 Aserrín**

El aserrín es un material resultante de desechos de madera, siendo un material orgánico en consecuencia, está compuesto por fibras de celulosa, en general estas partículas se presentan en una dimensión de 6mm. Muñoz y Huamani (2018)

Se le reconoce como aserrín, siendo un material de los desechos que se llegan a obtener en el proceso de transformación de la madera. Considerándose como un material orgánico, estando compuesta en un 50% por carbono, 42% de oxígeno, 2% de nitrógeno y 6% de hidrogeno. Alvarez y Jimenez (2021)

Este material se llega acumular en los patios de aquellos aserríos que son vertido en aquellas comunicades de las zonas rurales, lo que genera polvo en el aire con su acumulación y su producción provoca la emisión de dióxido de carbono. El aserrín que se llega acumular en bosques o en los aserraderos formando una alta humedad con el tanto de agua, siendo un lugar favorable para la presencia de plagas. Alvarez y Jimenez (2021)

Figura 7

*Material aserrín resultante del proceso de obtención de madera*



Tomado de “¿cómo se debe utilizar el aserrín en el biohuerto?”, por Alternativa ecológica 2011, p. 1.

## **2.2.2 Poliestireno expandido**

Dentro de nuestro entorno este material se le reconoce como “plumaflon” formada por una espuma de material plástico, que llega a ser espumoso, pero al mismo tiempo rígido perteneciente a la rama de materiales termo plásticos, petróleo y gas natural. (Sanchez, 2022)

Este material este compuesto en el 95% de poliestireno y del 5% de gas por lo que se reduce la densidad. Este material presenta buenas propiedades aislantes, eléctricos con adecuadas propiedades mecánicas quedando dentro de los límites de temperatura de uso. Paulino y Espino (2017)

### **2.2.2.1 Propiedades**

Vera (2018) señala que el poliestireno expandido presenta diversas propiedades:

- **Propiedades de aislamiento térmico:** “Su capacidad de aislamiento térmico son notables, ya que el material está constituido por esfera de poliestireno que están cercanas los cuales contienen un 97-98% de aire en su interior, el que funciona como un aislante. La densidad que tiene la estructura de plástico determinara la conductividad térmica que tiene

el material, por lo que también se toma en cuenta la conducción del poliestireno, convección por el movimiento de las moléculas de aire.

Paulino y Espino (2017)

- **Propiedades de aislamiento acústico:** “Al tener una capacidad de aislamiento térmico, también cuando la densidad sea mayor el poliestireno tendrá una propiedad de aislamiento acústico, siendo capaz de absorber de entre 3500 y 4500 Hz. (Rios, 2022)

**Todas estas propiedades que tiene el MEPS** llega a ser heredada por el concreto que emplea este material como el concreto liviano, mejorando las propiedades.

Figura 8

*Perlititas del poliestireno expandido*



Tomado de “Diseño de un concreto liviano con Poliestireno expandido para la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta - Ate - Lima Este”, por Vera, (2018) , p. 81.

### 2.2.3 Concreto

“El concreto se reconoce como aquel material que viene a estar compuesto por áridos finos y gruesos, cemento, agua y aire, de forma opcional aditivos. Siendo el agua que reacciona químicamente al contacto con el cemento formando una

pasta aglutinante que es empleada para unir los agregados y en consecuencia lograr una estructura más resistente. (Rios, 2022)

### **Propiedades del concreto**

#### **- Trabajabilidad**

Portugal (2007) menciona que la trabajabilidad se define capacidad de trabajo interno de compactación que tiene la mezcla, definiendo el estado ideal de compactación. Actualmente esta propiedad se mide en función de ensayos de consistencia siendo así un factor seguido por la trabajabilidad brindada por el agua.

#### **- Consistencia**

“Esta se define como una propiedad en la que la mezcla logra un alto grado de fluidez, siendo aiquea mayor humedad mayor consistencia que presenta el material”. (Riva, 2009, p.208)

También reconocido como revenimiento calculado por el tets de slump es una característica empleada para calificar el comportamiento del concreto en su estado fresco realizado con el cono de Abrams. ( Huirma , 2021)

Siendo así el molde colocado sobre la placa metálica, para luego pasar petróleo por el interior del cono de Abrams, para luego compactar la mezcla en 3 capas con una varia de 5/8” con un total de 25 golpes cada una de forma uniforme, hasta llegar a la capa superior y enrasar a nivel del molde. De forma seguida se quita el molde para luego colocarlo a un lado de forma invertida es así que se mide el asentamiento que sufre la mezcla en relación a cono. ( Huirma , 2021)

Tabla 1

Asentamientos recomendados

Tipo de estructuras	slump	
	máximo	mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3 <sup>''</sup>	1 <sup>''</sup>
cimentaciones simples y calzaduras	3 <sup>''</sup>	1 <sup>''</sup>
Vigas y muros armados	4 <sup>''</sup>	1 <sup>''</sup>
Columnas	4 <sup>''</sup>	2 <sup>''</sup>
Losas y pavimentos	3 <sup>''</sup>	1 <sup>''</sup>
Concreto ciclópeo	2 <sup>''</sup>	1 <sup>''</sup>
Notas:		
1. el slump puede incrementarse cuando se usan aditivos siempre que no se modifique la relación agua/cemento ni exista segregación ni exudación		
2. el slump puede incrementarse en 1 <sup>''</sup> si no se usa vibrador en la compactación		

Fuente: Vizconde (2013)

- **Peso unitario**

El peso unitario se reconoce como la relación que hay entre el volumen de los sólidos con respecto a la unidad cubica. Mostrándose como un determinado volumen de concreto por material solido que se expresa en kilos por m3. (Riva, 2009, p.213)

Con los agregados de alta porosidad el peso unitario llega a variar la absorción hasta llegara estar satisfecha, para determinar el ensayo en fresco se halla dividiendo la masa neta del concreto en su estado fresco, hallando el dividendo de la masa del concreto sobre el volumen del molde.” (NTP 339.046, 2014)

- **Contenido de aire**

“El contenido del aire del concreto en estado fresco se llega determinar por el método de medición del aire por un proceso de presión de acuerdo a la ley de Boyle. Donde la presión que alcanza el concreto es inversamente proporcional a la presión que se ejerce. (Riva, 2009, p.213).

El contenido de aire que presenta el concreto debe ser evaluada ya que puede afectar la resistencia que se logre obtener, pues entre más contenido de aire menor será la resistencia, por lo que se debe tener en cuenta durante el diseño de mezcla, de forma que se prevea un exceso de vacíos para ser tratados de la mejor manera.

- **Exudación (teoría referencial)**

“Este es el proceso en el que el agua de la mezcla en fresco sube a la superficie formando una fina capa, en consecuencia, de la sedimentación de sólidos. Es así que este proceso se genera luego del encofrado. El cual puede ser perjudicial para el concreto luego puede disminuir la resistencia debido al incremento entre la relación del agua del cemento”. (Abanto, 2009, p.54)

**Volumen total exudado (teoría referencial)**

“Este se define como el volumen del volumen que se muestra en la superficie del concreto, el cual puede ser calculado de dos formas”. (Abanto, 2009, p.55)

- ✓ Por unidad de área:

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área de la superficie libre del concreto}}$$

Las unidades a utilizar son milímetros por centímetros cuadrados (ml/cm<sup>2</sup>).

- ✓ En porcentaje:

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Vol. de agua de mezcla en el molde}} * 100$$

El peso del agua en el molde se halla de la siguiente manera:

$$\text{Vol. de agua en molde} = \frac{\text{peso del concreto en el molde}}{\text{peso total de la tanda}} * \text{Vol. de agua en la tanda}$$

- **Temperatura**

La temperatura es evaluada de acuerdo a la NTP 339.184, 2012 determinando así la temperatura de la mezcla en fresco, Estos valores variaran de acuerdo al calor que es liberado durante el proceso de hidratación del cemento y la energía que produce cada componente.

Tabla 2

Criterios de aceptación de las temperaturas

Descripción		Criterio de aceptación NTP 339.114				
		Sección	<300	300 - 900	900 - 1800	>1800
Clima frio	T° mínima	mm	13	10	7	5
	T° máxima	°C				
Clima cálido	T= más baja posible. Si T=32 °C se puede encontrar dificultades					

**Fuente:** (NTP 339.114, 2014)

“El proceso de medición de la temperatura se realiza en un envase no absorbente que permite al menos entre 3” de dirección o de 3 veces el tamaño del agregado máximo nomina, eligiendo así el envase de mayor dimensión” (NTP 339.184, 2012)

#### - Resistencia

“La resistencia es lograda en el estado endurecido del concreto, definiéndose, así como la capacidad de oposición a la imposición de cargas por unidad de área, antes de llegar a la ruptura del concreto generándose así una falla en el elemento, este valor es expresado en (kg/cm<sup>2</sup>). (Cigueñas, 2020)

Es así que los factores que actúan en la resistencia son:

Tabla 3

factores que influyen en la resistencia del concreto

Parámetros del espécimen	- Dimensiones - Geometría - Estado de humedad
Agregados	- Porosidad - Resistencia - Adherencia - Relación a/c
Porosidad de la matriz	- Contenido de aire - Adiciones minerales - Grado de hidratación

Fuente: (Portugal 2007)

### Proceso de generación de probetas

Los ensayos de compresión inician con la elaboración de probetas realizadas de acuerdo a la resistencia de diseño que se quiere lograr, el cual paso por un periodo de curado de 7,14,21 y 28 día, periodos en los cuales para por el ensayo de resistencia a compresión. Para evaluar la evolución de obtención de resistencia. Alvarez y Sota (2017)

- Es así que luego de uno de estos periodos son extraídos de la posa de curación, son secados y colocados de forma inmediata en la maquina a compresión, aplicándosele cargas de forma uniforme y consecutiva hasta lograr la rotura de la probeta.
- De forma seguida se calcula el  $f'c$  tomando en cuenta el área y la carga impuesta. (NTP 339.034, 2014)

## 2.2.4 Cemento Portland

“El cemento se reconoce como un material 3comercial empleado en el proceso de construcción, el cual reacciona con el agua hasta generar una masa endurecida. Este material esta de forma resaltante por el Clinker finamente molido, el cual pasa por una cocción a temperaturas muy altas junto a elementos como: alúmina, cal, fierro y sílice de forma proporcionada”. Marioni y Chaves (2017)

Los principales compuestos del cemento son:

- Entre el 60% -70% del material es arcilloso
- Se suministra oxido férrico en base a minerales de fierro y se aporta yeso para controlar el tiempo de fraguado. (Torre, 2004, p.6)

### Compuesto químico

Según Torre (2004): “El cemento tiene componentes químicos tales como: cal, alúmina, sílice y oxido férrico que al ser sumados son el 95 a 97%, y en menores dosificaciones se emplean óxidos como la magnesia, álcalis, anhídrido sulfúrico, etc.”

De forma continua se presentan los cuatro componentes más importantes del cemento ( Huirma , 2021):

Tabla 4  
composición química del cemento

Nombre del componente	Composición oxida	Abreviatura
Silicato de tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S
Silicato de bicalcio	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S
Aluminio de tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A
Aluminio Ferrato	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF

**Fuente:** (Torres, 2004)

## Clasificación del cemento portland

Tabla 5.

Clasificación del cemento de acuerdo a la NTP 334.009 (2005)

TIPO I	Este tipo de cemento es empleado en casi la totalidad de proyecto.
TIPO II	Este cemento es empleado en proyectos que están expuestos de forma moderada a elementos con sulfatos, o aquel en el que es necesario un moderado calor de hidratación.
TIPO III	En este caso tienen la capacidad de desarrollar la resistencia de 28 días en menor tiempo en un aproximado de 3 días.
TIPO IV	Este empleado en elementos en los cuales es necesario un bajo calor de hidratación
TIPO V	Es empleado cuando se requiera una buena resistencia a los sulfatos, como agua de alto álcalis o agua de mar.

Fuente: Tomado de (NTP 334.009, 2005, p.5)

### 2.2.5 Agua

El agua es uno de los elementos más importantes en la mezcla de concreto ya que causa una reacción química para obtener una pasta de cemento aglutinante. (Bellido, 2018)

Permite que la masa llega adquirir propiedades, que en su estado fresco permitan una fácil manipulación siendo capaz de adherir a los agregados, y en su estado endurecido llega a lograr mayores resistencias. (Riva, 2012, p.254)

De esta forma se debe asegurar que las propiedades del agua se encuentren dentro de los límites permitidos para que este no afecte las propiedades del concreto, es así que este debe encontrarse libre de colorantes, materiales suspendidos, aceites y azúcares. (Erasso, y otros, 2021)

## A. Requisitos de calidad NTP 339.088

Tabla 6

limites permisibles de sales y sustancia presentes en el agua

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	500 ppm
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

**Fuente:** (NTP 339.088, 2014)

El agua debe estar dentro de los siguiente limites permisibles (NTP 339.088, 2014, pp.13):

- a. Materia orgánica, en oxígeno consumido debe ser máximo de 3 mg/l (3 ppm).
- b. El residuo insoluble no será mayor a 5 gr/l (5000 ppm).
- c. El pH debe ser de entre 5.5 u 8.0.
- d. Los sulfatos deberán ser menores a 0.6 gr/l (600 pm). **(NTP 339.088, 2014, pp.13).**
- e. Los cloruros deben ser menore a 1 gr/l (1000 ppm).
- f. Carbonatos y bicarbonatos alcalinos deben ser menores a 1 gr/l (1000 ppm).

## B. Requisitos del comité 318 de ACI

De acuerdo con el ACI fija cuatro requisitos:

1. “El agua debe ser limpia sin presencia de aceites, sales, álcalis, residuos orgánicos y sustancias peligrosas.

2. El agua para el proceso de premezclado debe de contener elementos de aluminio embebidos sin contener cantidades peligrosas de ion cloruro. No se debe emplear agua no potable, caso se emplee agua no potable la resistencia lograda a los 287 días no deben ser menores al 90.1% se la resistencia de los especímenes con agua potable.

### 2.2.6 Agregados

Son materiales inertes que son aglomerados por la pasta aglutinante y le llegan a conferir resistencia, en general estos materiales son inertes y no presenta alguna reacción con la pasta, más por lo contrario ayudan a generar resistencia mecánica como la escoria de alto horno”. (Serrato, 2023)

#### A. Agregado fino

Este agregado se viene obtener de un caso de desintegración artificial y natural pasante por el tamiz de 3/8 pulg y llega a ser retenido en la malla N° 200 de acuerdo a la norma (NTP 400.037, 2014, p.6).

Tabla 7

#### Granulometría del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	10 a 30
150 µm (No. 100)	2 a 10

**Fuente:** (NTP 400.037, 2018)

- “Se debe asegurar que no haya material retenido mayor al 45% entre dos mallas y el módulo de fineza no sede ser menos 2,3 ni mayor de 3,1”. (NTP 400.037, 2014, p.8)

- “Dentro de una cantera los módulos de fineza no deberán de variar en más de 0.20, siendo el valor típico de cantera”. (NTP 400.037, 2014, p.8)

#### **b. Evaluación del ensayo de peso específico y absorción en agregados finos**

Para este proceso se homogeniza la muestra para luego llegar a tamizar el material con la malla N° 4, luego para seleccionar una cantidad aprox. De 1kg secado a una temperatura de 110° C, de forma seguida se enfría a temperatura durante un tiempo de 1 a 3 horas. (NTP 400.022, 2013, p.10)

De forma seguida se pesa las muestras, obteniendo el peso seco. De forma seguida se cubre la muestra completamente con el agua para dejarla sumergida durante las 24 hr, decantándolo luego evitando perdida de finos, dejándolas secar hasta que las partículas fluyan libremente. Saavedra y Ccorimayta (2019)

Se debe sujetar firmemente ante una superficie plana, colocando la muestra para luego apisonarla con 25 golpes con ayuda de la varilla, para luego levantar el molde hasta alcanzar desmoronamiento superficial en condición seca (NTP 400.022, 2013, p.10).

De forma seguida se introduce el picnómetro con previo tarado de 500g de agregado fino que se han preparado como se llegó a describir anteriormente adicionando el agua al 90% de la capacidad, con el fin de eliminar el aire atrapado se le introduce a un baño de agua y se seca rápidamente, determinando su peso aproximado de 0.1g. (NTP 400.022, 2013, p.11)”.

#### **c. Ensayo del peso unitario suelto compactado del agregado fino**

El peso unitario representa la densidad total como un resultado de dividir la masa del agregado en su estado seco (luego de un proceso de compactación y consolidación)

y el volumen que llega a ocupar incluyendo los vacíos de aire entre las partículas se expresa en lbf/pie<sup>3</sup>. Valera y Falcón (2023)

## **B. Agregado grueso**

El agregado grueso se conforma por grava, piedra chancada, concreto reciclado y material que se encuentre conforme con (NTP 400.037, 2014, p.12).

### **a. Análisis granulométrico**

Para realizar un análisis granulométrico es necesario que los agregados se encuentren secos a temperatura, para luego ser pasados por el juego de tamices y obtener la curva granulométrica. (NTP 400.012, 2018, p.6)

### **b. Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso**

El peso específico del concreto permite reconocer aquellos volúmenes, que permiten el reconocimiento de los volúmenes compactados del agregado con el fin de lograr la dosificación del mortero. Con relación al peso unitario también se permite conocer la compacidad y el contenido de vacíos que presenta el agregado. Quiroz y Godoy (2020)

### **c. Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso**

Para llegar a determinar el peso del recipiente se llega a pesar la muestra que fue colocada al horno en una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  en un aproximado de 12 a 14 horas luego de retirado del horno se llega a registrar el primer peso constante. Erasso et al. (2021)

## **2.2.7 Concreto liviano**

“El concreto liviano se define como un material que tienen capacidad acústica, termina peso unitario y se encuentra dentro de  $2,200\text{kg}/\text{m}^3$  y  $2,400\text{kg}/\text{m}^3$ . Es así que se tiene una resistencia a los 28 días limitada de acuerdo a su peso específico”

Este material es empleado como un sustituto del concreto normal con el propósito de llegar a reducir el peso, a pesar de que la resistencia última llegue a ser menor, el costo de este se eleva siendo compensado con la reducción de cargas muertas, el tamaño de vigas y su espesor, de la misma forma por su valor aislante hay necesidad de emplear un aislante (Monje, 2022).

De acuerdo al ACI 213R-87 se consideran 3 tipos de concreto ligero descritos a continuación:

- Concreto de uso no estructural: Es aquel donde la densidad se encuentra entre 1120 y 1920 kg/m<sup>3</sup>, estando compuestos por el agregado ligero con agregado de peso normal. Para cumplir requisitos estructurales debe poseer una resistencia de 17Mpa minimamente”.
- Concreto con moderada resistencia: “Concreto de moderada resistencia, es aquel con densidad menor que la del concreto ligero para uso estructural, generalmente se emplea para brindar aislamiento térmico. Deberá alcanzar una resistencia a la compresión entre 7 y 17 Mpa”.
- Concreto de baja densidad: La densidad de este material se encuentra entre 300 y 800 kg/m<sup>3</sup>; empleado así con fines no estructurales y tienen aislamiento térmico. Saldaña y Mego (2019)

#### **2.2.7.1 Resistencia a la compresión**

“Tal como señala el CEMEX (2013): “El  $f'_c$  del concreto ligero es variable, es así que este valor dependerá de la relación agua/cemento, el peso volumétrico, contenido de humedad y del tipo de fabricación, la consistencia está determinada los concretos requieren de un 60% de concretos convencionales. Siendo así las resistencias esperadas de 300 kg/cm<sup>2</sup>.”

El concreto ligero llega a ser recomendable para los elementos y estructuras con relleno de azoteas, muros de relleno, empleado para remodelaciones, espacios donde la acústica llega a ser importante.

Tabla 8

Límites de resistencia a la compresión.

Aplicación	concreto	F'c mínimo (Mpa)	F'c máximo (Mpa)
general	Peso normal y liviano	17	70
Pórticos especiales resistentes a momentos y muros estructurales especiales	Peso normal  liviano	21  21	70  35

Fuente: *ACI 318-14*.

El hormigón ligero estructural en estado seco es inferior a 2000 kg/m<sup>3</sup>, pero mayor a 1200 kg/m<sup>3</sup>, y tienen una resistencia de a compresión mínima de 15 MPa. Mientras que si el hormigón se emplea como aislante térmico y no estructuralmente la resistencia a compresión requerida es de 7 N/mm<sup>2</sup>. Se clasifica el concreto de acuerdo a la densidad y las necesidades". Pintado y Siesquen (2021)

- Densidad entre 250-600 [kg/m<sup>3</sup>]: Es empleado como protección ante incendios.
- Densidad entre 600-800 [kg/m<sup>3</sup>]: Empleado para el recubrimiento de taludes con impermeabilización.
- Densidad entre 800-1000 [kg/m<sup>3</sup>]: Empleado con elementos prefabricados y no estructurales.
- Densidad entre 1100-1400 [kg/m<sup>3</sup>]: So empleados como elementos o portantes como la mampostería.

- Densidad entre 1600-1800 [kg/m<sup>3</sup>]: Son empleados en lozas junto a la Steel panel deck (plancha colaborante).

### 2.2.7.2 Concreto ligero a base de poliestireno expandido

Tal como señalan Saldaña y Mego (2019): “Este concreto es obtenido el cemento, agua, arena y perlas de poliestireno, logrando así un concreto de baja densidad.

### 2.2.7.3 Ventajas del concreto ligero

“Este concreto en una comparación del concreto convencional es capaz de reducir las cargas muertas. La masa es menor, la capacidad de absorción de las ondas es mayor”

“Este concreto puede absorber fácilmente el impacto de carga sin llegar a dañarse. Bazant, Z.P & Kaplan, M.F (1996), con base a las pruebas realizada por Abrams en 1979, identifico que la difusividad térmica del llega a ser menor en función del concreto ordinario.”

Tabla 9

Tabla de conductividad térmica v/s densidad aparente

<i>MATERIAL</i>	<i>DENSIDAD APARENTE</i>	<i>CONDUCTIVIDAD</i>
hormigón armado normal	2400	1.4
hormigón con áridos ligeros	600	0.15
hormigón con áridos ligeros	1000	0.28
hormigón con áridos ligeros	1400	0.47
hormigón con áridos silicios	600	0.29
hormigón celular con áridos silicios	1000	0.58
hormigón celular con áridos silicios	1400	0.94

Fuente: *Saldaña y Mego (2019)*.

“Se identifica valores de baja conductividad térmica con los que se permite un mejor aislamiento, correspondiente al hormigón de menor densidad al estar compuestos por áridos más livianos, se afirma que la transmisión de ruido llega a ser inversamente relacionada con la interfaz de aire. Además, el concreto ligero se considera enérgico por lo que el sonido llega a ser absorbido por el material.

Aujapuella y Noriega (2019)

Además, se afirma que el concreto ligero puede llegar a remplazar la madera dentro de la construcción residencial reduciendo así los casos de deforestación.

### **2.3 Marco conceptual**

- a) **Aserrín:** "El aserrín se reconoce como el residuo obtenido del acerrado de madera. El cual muestra finas partículas que se producen en los aserraderos y carpinterías". (Alvarez, y otros, 2021)
- b) **Poliestireno Expandido:** "Se reconoce como un material espumado o EPS se reconoce como un material espumado que es empleado en procesos de construcción, teniendo aislamiento térmico y acústico. (Villegas, 2022)
- c) **Concreto Liviano:** "El concreto se le denomina como un material liviano en comparación de un concreto normal. En lo regular este tipo de concreto presenta un peso volumétrico menor a 1,900 kg/m<sup>3</sup>". (Paulino, y otros, 2017)
- d) **Resistencia A La Compresión:** “Esta se define como la capacidad para llegar a soportar de acuerdo a la unidad de área, presentada en los términos de esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup> (Mpa) y en (psi), de acuerdo a ensayos de ASTM C78 o ASTM C293. (Monje, 2022)

- e) **Peso Unitario:** “De 1 m<sup>3</sup> es evaluado normalmente en pavimentos, estructuras y edificio, se tiene en cuenta el peso específico el cual varia de 2200 hasta 2400 kg/m<sup>3</sup>. Donde la densidad del concreto varía dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, tomando en cuenta la cantidad de aire atrapado.” (Pintado, y otros, 2021)
- f) **Asentamiento:** “El asentamiento se reconoce como la consistencia de concreto, relacionado al grado de fluidez de la mezcla y facilidad de moldearse al encofrado. En caso el asentamiento del hormigón llega a ser bajo, en caso este tenga valores altos hay probabilidad de que los agregados se asienten en el encofrado.” (Sanchez, 2022)
- g) **Temperatura:** “La temperatura del concreto en estado fresco debe ser la necesaria para garantizar que no exceda los 70 °C después de vaciado y un gradiente máximo de 19 °C, garantizando la manejabilidad durante el proceso de vaciado”.
- h) **Exudación:** “La exudación es un proceso de afloramiento de agua en la superficie conformando una capa ligera de agua que llega a evaporarse, el agua sale por medio de los espacios de aire presentes en la estructura. (Lapa, 2020)
- i) **Contenido De Aire:** “Tanto como los agregados finos y gruesos presentar fisuras que contienen aire que al momento de la mezcla sales lentamente, además por un proceso de movimiento en muchos casos se generan burbujas de air, que al ser excesivas reducen la resistencia del concreto al llegar al endurecimiento.” (Saavedra, y otros, 2019)

## **CAPITULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1 Hipótesis general**

Existe diferencias significativas en las propiedades del concreto con la adición de aserrín y poliestireno expandido en concretos livianos no estructurales para edificaciones.

#### **3.2 Hipótesis específicas**

- 1) Al adicionar aserrín se producen mejores resultados en comparación a la adición del poliestireno expandido en las propiedades en estado fresco.
- 2) Adicionando aserrín se producen mejores resultados en comparación a la adición del poliestireno expandido en las propiedades en estado endurecido.

#### **3.3 Variables**

##### **3.3.1 Definición conceptual de variables**

###### **Variable independiente 1 (X): Aserrín**

Serret-Guasch (2016) manifiesta: “El aserrín se reconoce como partículas y polvillo el cual se obtiene del proceso de corte de la madera, durante el proceso de acerrado se llega a generar viruta, cual es el fragmento de un

material residual con una forma de lámina. Se reconoce como un material orgánico generado en las madereras.”

#### **Variable independiente 2 (X): Poliestireno expandido**

Pino (2019) indica: “El material conocido dentro de nuestro entorno se le reconoce como un plumafon, componiéndose por un material plástico, rígido y espumoso clasificado dentro de la familia de termoplásticos que derivan del petróleo y gas natural, E cuanto al poliestireno expandido esta conformado en 95% de poliestireno y 5% de gas reduciendo la densidad del material. Este material presenta buenas propiedades acústicos y eléctricos y presenta adecuadas propiedades dentro de los límites de temperatura y presenta buenas resistencias a químicos inorgánicos y al agua”.

#### **Variable dependiente (Y): Concreto liviano**

UNICON (2013) manifiesta que: “El concreto liviano tiene propiedades de aislamiento acústico, eléctrico y térmico, al poseer pesos unitarios debajo del rango de concreto convencional, dentro de un rango de 2,200kg/m<sup>3</sup> y 2,400 kg/m<sup>3</sup>”.

### **3.3.2 Definición operacional de las variables**

#### **Variable independiente 1 (X): Aserrín**

El aserrín un conjunto de partículas adicionado en un diseño de mezcla en diferentes porcentajes de 3 y de 5%. la función más importante de la adición de este componente es aligerar la mezcla en si para generar el concreto liviano para así poder utilizarlo en las estructuras no estructurales en edificaciones tales como podría ser los contrapisos, el recubrimiento que se le da alas losas aligeradas que son de 5 cm de espesor y otros elementos

estructurales teniendo en cuenta los ensayos realizados a nivel del estado fresco y endurecido.

**Variable independiente 2 (X): Poliestireno expandido**

El poliestireno expandido un conjunto de partículas en forma esféricas de diámetro menor de 5 ml adicionado en un diseño de mezcla en diferentes porcentajes de 0.5 y de 1%. la función más importante de la adición de este componente es ver el comportamiento físico y mecánico tanto en estado fresco y endurecido para poder comparar y ver los resultados que se obtienen en agregar los diferentes porcentajes n si para generar el concreto liviano para así poder utilizarlo en las estructuras no estructurales en edificaciones tales como podría ser los contrapisos, el recubrimiento que se le da alas losas aligeradas que son de 5 cm de espesor y otros elementos estructurales teniendo en cuenta los ensayos realizados a nivel del estado fresco y endurecido

**Variable dependiente (Y): Concreto liviano**

Comparativo de la adición de aserrín y poliestireno expandido en diferentes porcentajes para la obtención del concreto liviano para la función principal de aligerar las cargas que hay en la estructura y así poder menorar las dimensiones estructurales de vigas columnas y poder amenorar costos de construcción.

### 3.3.3 operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES (FACTORES)	INDICADORES	UND
ASERRÍN	“El aserrín se reconoce como partículas y polvillo el cual se obtiene del proceso de corte de la madera, durante el proceso de acerrado se llega a generar viruta, cual es el fragmento de un material residual con una forma de lámina. Se reconoce como un material orgánico generado en las madereras.”	Porcentaje de aserrín en reemplazo del agregado grueso	3.00%	%
			5.00%	%
POLIESTIRENO EXPANDIDO	“El material conocido dentro de nuestro entorno se le reconoce como un plumafon, componiéndose por un material plástico, rígido y espumoso clasificado dentro de la familia de termoplásticos que derivan del petróleo y gas natural, E cuanto al poliestireno expandido está conformado en 95% de poliestireno y 5% de gas reduciendo la densidad del material. Este material presenta buenas propiedades acústicos y eléctricos y presenta adecuadas propiedades dentro de los límites de temperatura y presenta buenas resistencias a químicos inorgánicos y al agua”.	Porcentaje de poliestireno expandido en reemplazo del agregado grueso	0.5.00%	%
			1.00%	%
CONCRETO LIVIANO	“El concreto liviano tiene propiedades de aislamiento acústico, eléctrico y térmico, al poseer pesos unitarios debajo del rango de concreto convencional, dentro de un rango de 2,200kg/m <sup>3</sup> y 2,400 kg/m <sup>3</sup> ”.	Propiedades en estado fresco	Asentamiento	Pulg
			Peso Unitario	kg/m <sup>3</sup>
			Contenido de Aire	%
		Propiedades en estado endurecido	Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.4 Método de investigación**

Al seguir un proceso de identificar el problema, obtencion de informacion mediante fichas de recopilacion de datos, seguir un procesamiento de informacion fehaciente para la obtencion de resultados, se afirma que la tesis sigue el metodo cientifico considerando la obtencion de informacion importante. (Tamayo y Tamayo, 2003, p. 37).

De acuerdo a lo mencionado en la tesis se empleo el **metodo científico – Cuantitativo**

#### **3.5 Tipo de investigación**

La investigacion siguio un proceso de tipo aplicada ya que se busco la resolucio de un problema real con respecto a los concretos ligeros con el uso de materiales no convencionales como el aserrín y el poliestireno expandido.

### **3.6 Nivel de investigación**

Según Hernández Sampieri(2006) “una investigación explicativa pretende identificar la causa y efecto de los problemas ocasionados por la variación de los fenómenos que se estudian” (pág. 130), por lo tanto, la presente investigación se centrará en determinar las causas que originan la variación de resultados al manipular la variable independiente (aserrín y poliestireno expandido) y en cómo afecta en las propiedades del concreto liviano correspondiéndole un nivel explicativo (causa-efecto).

### **3.7 Diseño de la investigación**

La investigación persigue un diseño cuasi experimental, en donde los grupos de estudio no llegan a ser propuestos al azar, de esta forma se trabaja con grupos de muestreo y con un grupo convencional, identificando así la relación y el comportamiento que presentan (Hernández, 2014, p. 151). En ese sentido, realizaremos ensayos de laboratorio a fin de comparar los diferentes resultados que produce la adición de aserrín y poliestireno expandido en el concreto liviano.

### **3.8 Población y muestra**

#### **3.8.1 Población**

El grupo poblacional está conformado por 105 ensayos de concreto con la adición de aserrín y poliestireno expandido en el concreto liviano en porcentajes de 3%, 5%, 0.5% y 1% respectivamente.

#### **3.8.2 Muestra**

La muestra se define como un grupo que llega a representar las características de la población, en tanto el estudio de esta y los resultados obtenidos llegan a

representar a la población. (Hernandez, 2008 pág. 562). El número total de muestras es el mismo número de la población, es decir, 105 ensayos, se trata de una muestra censal.

### **3.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**Observación directa.** – El investigador estará presente en el momento de la realización de los ensayos que sean necesarios para la presente investigación.

**Revisión bibliográfica.** – Se realizó una revisión de resultados de investigaciones previas tanto como artículos y tesis, con las que se dio orientación a la investigación.

**Pruebas estandarizadas.** - El uso de estos servirá para contrastar las hipótesis planteadas, siendo necesario realizar los siguientes ensayos: Diseño de mezcla, resistencia a la compresión, contenido de aire, peso unitario de concreto.

#### **Procesamiento de la Información**

- Se adicionará aserrín en el concreto liviano en porcentajes de 3%, 5%.
- Se adicionará poliestireno expandido en el concreto liviano en porcentajes de 0.5%, 1%.
- En base a los ensayos realizados se determinará cuál de estos genera los mejores resultados.

### **3.10 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

El análisis de la investigación se trabajó con un enfoque cuantitativo, obteniendo si magnitudes de medición, por lo que se pasa a realizar un análisis estadístico:

Al trabajar con más de dos grupos de muestreo se plantea las hipótesis alternas y nulas, para luego seguir con el análisis de normalidad:

- **Prueba de normalidad**
- Se evalúa la distribución de las muestras de acuerdo al método de Shapiro Wilk al trabajar con muestras menores a las 30 unidades.
- En caso cumpla con el supuesto de normalidad se pasa a realizar la prueba de ANOVA con la que se aceptado rechaza la  $H_0$ .
- En cuanto se identifique que los resultados no siguen una distribución normal se empleara la prueba no paramétrica de Krus-kallwallis.

### **3.11 Aspectos éticos de la investigación**

La investigación dada practica y se realiza conforme a los principios éticos que asegure el avance del conocimiento, la comprensión y para la mejora de nuevos conocimientos para así mejorar de la condición humana

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Descripción del diseño tecnológico**

Históricamente el ser humano coloca a prueba su ingenio para mejorar su calidad de vida, basándose en la comprensión y entendimiento del mundo que lo rodea, para ello el proceso de obtención de conocimientos fundamentado en la definición de la ciencia ha resultado primordial. Dándose esta gracias a los procesos de la investigación llevado a cabo por las personas. En este sentido, el presente ensayo plantea la existencia de una nueva concepción metodológica, orientada a las ingenierías centrada fundamentalmente en la solución de problemas prácticos y concretos de una realidad existente. Esta metodología debe ser considerada para redefinir el rumbo de la investigación en el sector de la educación universitaria a través de la puesta en marcha de los Programas Nacionales de Formación (PNF) y puesto en práctica en el Proyecto Socio Tecnológico (PST)

## 4.2 Descripción de resultados

### 4.2.1 Análisis de ensayos de laboratorio

Los ensayos a nivel de laboratorio se caracterizaron a los agregados gruesos y finos para posteriormente tener un diseño de mezcla y para el control respectivo en estado fresco y endurecido.

#### 4.2.1.1 Análisis granulométrico por tamizado – agregado grueso

Se realizó análisis granulométrico del agregado grueso para identificar la curva granulométrica.

Tabla 10

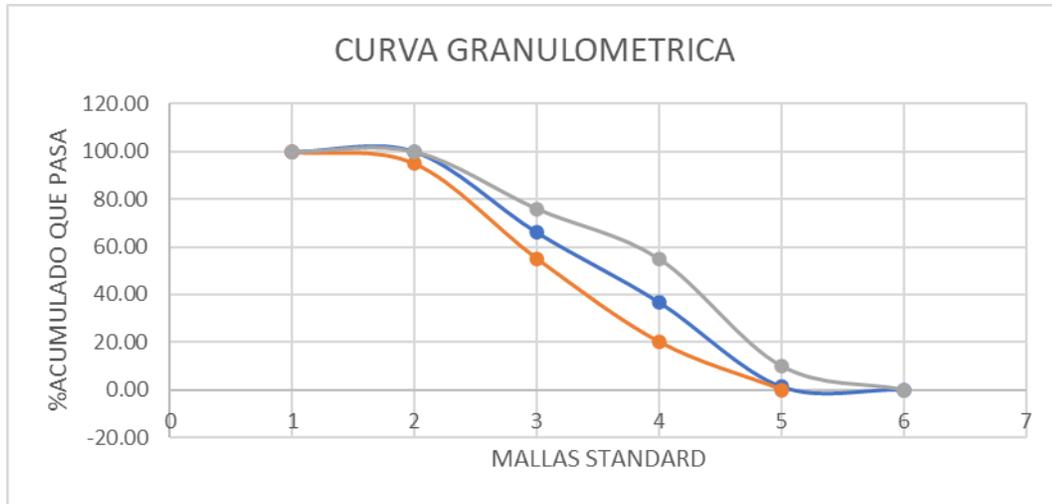
Evaluación de la granulométrica del agregado grueso

N° Malla	Peso retenido gr.	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa	Especificaciones Huso	
					inf.	sup.
1"				100.00	100.00	100.00
3/4"	0.0	0.00	0.00	100.00	95.00	100.00
1/2"	712.0	33.96	33.96	66.04	55.00	76.00
3/8"	615.0	29.33	63.29	36.71	20.00	55.00
N°4	743.0	35.44	96.73	1.27	0.00	10.00
FONDO	26.60	1.27	100.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	2096.6					

**Fuente:** Elaboración propia (2022).

Figura 9

*Resultante curva granulométrica de áridos gruesos*



Fuente: (Elaboración propia 2023)

#### 4.2.1.2 Análisis granulométrico por tamizado – agregado fino

Del mismo modo se evaluó los áridos finos del agregado proveniente de la cantera de concepción.

Tabla 11

Resultados de dimensionamiento de agregados finos

N° MALLA	PESO RETENID O gr.	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULAD O	% ACUMULAD O QUE PASA	ESPECIFICACIONE S HUSO	
					inf.	sup.
1/4"				100.00	100.00	100.00
N°4	0.0	0.00	0.00	100.00	95.00	100.00
N°8	233.0	21.11	21.11	78.89	80.00	100.00
N°16	198.0	17.93	39.04	60.96	50.00	85.00
N°30	210.0	19.02	58.06	41.94	25.00	60.00
N°50	178.00	16.12	74.18	25.82	10.00	30.00
N°100	150.0	13.59	87.77	12.23	2	10
FONDO	135.0	12.23	100.00	0.00	0.00	5.00
TOTAL	1104.0					

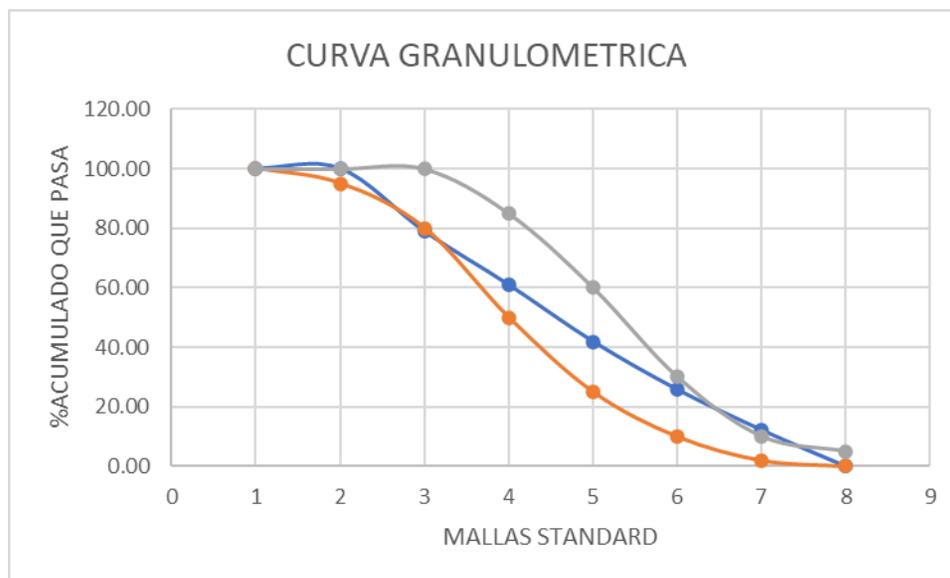
MODULO DE FINURA MF=2.80

Fuente: Elaboración propia (2023).

Según los Husos granulométricos que se analizaron son: 100,95,80,50,25,10,2 para huso inferiores y en husos superior se analizaron los usos 100,85,60,30,10,5 esto según la normativa ASTM C33, NTP 400.037 Y AASHTO M6.

Figura 10

*Curva granulométrica del agregado fino*



Fuente: (Elaboración propia 2023)

#### 4.2.2 Peso específico y absorción del agregado.

Tabla 12

Resultados de propiedades del agregado grueso de los áridos grueso de acuerdo a la MTC

206

N°	IDENTIFICACION	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso de Material satu. Sup.Seca (en aire)	980	950	
B	Peso de Material satu. Sup.Seca (en agua)	610	590	
C	Vol. Masa/Vol. Vacíos= A- B	370	360	
D	Peso de Mat seca en estufa (105°C)	973	943	
E	Vol. Masa= C - (A-D)	363	353	
	P. Esp. Bulk (Base seca) = D/C	2,630	2,619	
	P. Esp. Bulk (Base saturado) = A/C	2,649	2,639	
	P. Esp. Aparente (Base seca) = D/E	2,680	2,671	
	% de Absorción = ((A-D) /D) x100	0,719	0,742	0,731
			peso específico adoptado	2,644

Tabla 13  
Resultados de ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso- agregado fino  
MTC – 205

N°	IDENTIFICACION	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso de Material satu. Sup.Seca (en aire)	250	250	
B	Peso de frasco + H2O	206,2	205,6	
C	Peso de frasco + H2O + Arena = A+B	456,2	455,6	
D	Peso de mat. + H2O en el frasco	358	359	
E	Vol. De masa + Vol. de vacíos= C- D	98,2	96,6	
F	Peso de Material seco en estufa (105°C)	246,8	246,5	
G	Volumen de masa = E-(A-F)	95	93,1	
	P. Esp. Bulk (Base seca) = E/F	2,513	2,552	
	P. Esp. Bulk (Base saturado) = A/E	2,546	2,588	
	P. Esp. Aparente (Base seca) = F/G	2,598	2,648	
	% de Absorción = ((A-F) /F) x100	1,297	1,420	1,358
			peso específico adoptado	2,567

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

### 4.2.3 características de los aridos finos y grueso

Tabla 14

Característica de los agregados finos y gruesos

características de los agregados finos y gruesos	A.F.	A.G.
peso específico en masa	2,567	2,644
peso unitario seco compactado	1790	1551
porcentaje de absorción	1,36	0,731
contenido de humedad	2,53	1,15
módulo de fineza	2,80	
tamaño máximo de agregados (pulgadas)		3/4"
asentimiento o revestimiento		3n*4"
volumen unitario de agua		205,000
porcentaje de aire atrapado		2,000
relación agua /cemento		0,560
volumen de agregado grueso por m3 de concreto		0,670
peso de cemento		366.071
peso de agregado grueso		1,039,344
volumen absoluto de cemento		0,116
volumen absoluto de agua		0,205
volumen absoluto de aire		0,020
volumen absoluto de agregado grueso		0,393
volumen absoluto de agregado fino		0,266
peso seco del agregado fino		682,030
peso del agregado fino húmedo		699,285
peso del agregado grueso húmedo		1,051,297
humedad superficial del agregado fino		1,172
humedad superficial del agregado grueso		0,419
aporte de agua del fino		7,993
aporte de agua del grueso		4,355
aporte de agua del agregado		12,348

Fuente: (Elaboración propia 2023)

### 4.2.4 Diseño de mezcla de fc 210 kg/cm2 -cantidad de material para 1 m3

Tabla 15

Diseño de mezcla fc210

DISEÑO EN								
SECO	CEMENTO	366.07	A. F	682,03	AG	1,039,344	AGUA	205,000
DISEÑO EN								
OBRA	CEMENTO	366.07	A. F	699,29	AG	1,051,297	AGUA	192,65
CANT.MAT	BOLSA	8.61 M3	A. F	0,391m3	AG	0,678 GAL	AGUA	50,90
PROPORCION	CEMENTO	1	A. F	1,588	AG	2,754 p3	AGUA	0,53

Fuente: (Elaboración propia 2023)

#### 4.2.5 Diseño patrón con fc de 210 kg/ cm2 para 90 kg de mezcla

Tabla 16

Diseño patrón fc´210 kg/cm2

<b>MATERIAL</b>	<b>Cant. (kg)</b>
<b>Cemento</b>	15.28
<b>Agregado Grueso</b>	41.43
<b>Agregado Fino</b>	24.89
<b>Agua</b>	8.40
<b>Subtotal</b>	90.00
<b>Aditivo</b>	0.00
<b>Total</b>	90.00

Fuente: Elaboración propia (2023).

#### 4.2.5.1 diseño de mezcla con fc de 210 kg/ cm2 - adición de aserrín al 3%

Tabla 17

Diseño mezcla con fc´210 kg/cm2 - adición de aserrín 3%

<b>Cemento</b>	15.277
<b>Agregado Grueso</b>	41.432
<b>Agregado Fino</b>	24.142
<b>Agua</b>	8.402
<b>Subtotal</b>	90
<b>Aditivo</b>	0.747
<b>Total</b>	90

Fuente: Elaboración propia (2023).

#### 4.2.5.2 diseño de mezcla con fc de 210 kg/ cm2 - adición de aserrín al 5%

Tabla 18

Diseño mezcla con fc´210 kg/cm2 - adición de aserrín 5%

<b>Cemento</b>	15.277
<b>Agregado Grueso</b>	41.432

<b>Agregado Fino</b>	23.644
<b>Agua</b>	8.402
<b>Subtotal</b>	90
<b>Aditivo</b>	1.244
<b>Total</b>	90

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### 4.2.5.3 Diseño de mezcla con fc de 210 kg/ cm<sup>2</sup> - adición de poliestireno expandido al 0.5 %

Tabla 19

Diseño mezcla con fc 210 kg/cm<sup>2</sup> - adición de poliestireno expandido 0.5%

<b>cemento</b>	15.277
<b>agregado grueso</b>	41.432
<b>agregado fino</b>	23.644
<b>agua</b>	8.402
<b>subtotal</b>	90
<b>aditivo</b>	0.124
<b>total</b>	90

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### 4.2.5.4 diseño de mezcla con fc de 210 kg/ cm<sup>2</sup> - adición de poliestireno expandido al 1 %

Tabla 20

diseño mezcla con fc 210 kg/cm<sup>2</sup> - adición de poliestireno expandido 1%

<b>Cemento</b>	15.277
<b>Agregado Grueso</b>	41.432
<b>Agregado Fino</b>	23.644
<b>Agua</b>	8.402
<b>Subtotal</b>	90
<b>Aditivo</b>	0.248
<b>Total</b>	90

---

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### 4.2.6 peso unitario en concreto fresco

Tabla 21

Peso unitario concreto fresco – convencional

	M-1	M-2	M-3
Volumen de Molde	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Peso de Molde	3.329,00	3.329,00	3.329,00
Peso de Molde + Muestra	20.120,00	20.520,00	20.150,00
Peso de Muestra	16.791,00	17.191,00	16.821,00
Peso Unitario/m3	2,399	2,456	2,403
PROMEDIO		2,419	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 22

Peso unitario Concreto fresco aserrín al 3%

	M-1	M-2	M-3
Volumen de Molde	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Peso de Molde	3.329,00	3.329,00	3.329,00
Peso de Molde + Muestra	19.120,00	18.950,00	19.000,00
Peso de Muestra	15.791,00	15.621,00	15.671,00
Peso Unitario/m3	2,256	2,232	2,239
PROMEDIO		2,242	

**Fuente:** Elaboración propia (2023)

Tabla 23

peso unitario concreto fresco aserrín 5%

	M-1	M-2	M-3
Volumen de Molde	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Peso de Molde	3.329,00	3.329,00	3.329,00
Peso de Molde + Muestra	18.520,00	18.500,00	18.620,00
Peso de Muestra	15.191,00	15.171,00	15.291,00

Peso Unitario/m3	2,170	2,167	2,184
PROMEDIO		2,174	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 24

peso unitario concreto fresco - poliestireno al 0,5%

	M-1	M-2	M-3
Volumen del Molde	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Peso del Molde	3.329,00	3.329,00	3.329,00
Peso de Molde + Muestra	16.500,00	16.850,00	16.250,00
Peso de Muestra	13.171,00	13.521,00	12.921,00
Peso Unitario/m3	18,882	1,932	1,846
PROMEDIO		1,886	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 25

Peso unitario concreto fresco -poliestireno al 1.0%

	M-1	M-2	M-3
Volumen de Molde	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Peso de Molde	3.329,00	3.329,00	3.329,00
Peso de Molde + Muestra	15.600,00	15.850,00	15.850,00
Peso de Muestra	12.271,00	12.521,00	12.521,00
Peso Unitario/m3	1,753	1,789	1,789
PROMEDIO		1,777	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### 4.2.7 contenido de aire en agregados

Tabla 26

contenido de aire - agregado fino - arena zarandeada

	SUELTO		COMPACTO	
Volumen de Molde	5.560,00	5,560,00	5,560,00	5,560,00
Peso de Molde	522,00	522,00	522,00	522,00

Peso de Molde +				
Muestra	9.269,00	9,272,00	10,476,00	10,470,00
Peso de Muestra	8,747,00	8,750,00	9,954,00	9,948,00
Peso Unitario/m3	<b>1573</b>	<b>1574</b>	<b>1790</b>	<b>1789</b>
PROMEDIO	1573,47		1789,75	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 27

contenido de aire - agregado grueso-piedra chancada

	SUELTO		COMPACTO	
Volumen de Molde	5,560,00	5,560,00	5,560,00	5,560,00
Peso de Molde	522,00	522,00	522,00	522,00
Peso de Molde +				
Muestra	8,267,00	8,270,00	9,142,00	9,152,00
Peso de Muestra	7,745,00	7,748,00	8,620,00	8,630,00
Peso Unitario/m3	1,393	1,394	1,550	1,552
PROMEDIO	1393,26		1551,26	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

## 4.2.8 Ensayo de comprensión simple

### 4.2.8.1 Ensayo de comprensión simple- convencional

Tabla 28

Comprensión simple a los 7 días de convencional, aserrín 3%, aserrín 5%

N° de Testigo	Estructura	Fecha de Modelo	de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en Kg/cm2	KG/CM		% Promedio
							2 Promedio	Resistencia en %	
1	Convencion al	09/08/2022	19/07/2022	7	14180,00	172,93		82	

	Convencion	09/08/202	19/07/202		14850,0				
2	al	2	2	7	0	181,10	178	86	85
	Convencion	09/08/202	19/07/202		14800,0				
3	al	2	2	7	0	180,49		86	
		09/08/202	19/07/202		12080,0				
4	Aserrín 3%	2	2	7	0	147,32		70	
		09/08/202	19/07/202		12150,0				
5	Aserrín 3%	2	2	7	0	148,17	148	71	71
		09/08/202	19/07/202		12200,0				
6	Aserrín 3%	2	2	7	0	148,78		71	
		09/08/202	19/07/202						
7	Aserrín 5%	2	2	7	7500,00	91,46		44	
		09/08/202	19/07/202						
8	Aserrín 5%	2	2	7	7850,00	95,73	94	46	45
		09/08/202	19/07/202						
9	Aserrín 5%	2	2	7	7690,00	93,78		45	

Fuente: Elaboración propia (2023).

Tabla 29

Comprensión simple a los 14 días de convencional aserrín 3%, aserrín 5%

N° de Testigo	Estruc tura	Fecha de Modelo	Fecha de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en Kg/cm2	KG/CM2 Promedio	Resisten cia en %	% Promedio
1	Conve ncional	19/07/2022	09/08/2022	14	15850,0	0	193,29	92	
2	Conve ncional	19/07/2022	09/08/2022	14	16150,0	0	196,95	94	93
3	Conve ncional	19/07/2022	09/08/2022	14	15850,0	0	193,29	92	
4	Aserrín 3%	19/07/2022	09/08/2022	14	13850,0	0	168,90	80	
5	Aserrín 3%	19/07/2022	09/08/2022	14	13690,0	0	166,95	80	80
6	Aserrín 3%	19/07/2022	09/08/2022	14	13650,0	0	166,46	79	

	Aserrín	19/07/20	09/08/20						
7	5%	22	22	14	9500,00	115,85		55	
	Aserrín	19/07/20	09/08/20						
8	5%	22	22	14	9850,00	120,12	116	57	55
	Aserrín	19/07/20	09/08/20						
9	5%	22	22	14	9250,00	112,80		54	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

*Tabla 30*

*Comprensión simple a los 21 días de convencional aserrín 3%, aserrín 5%*

N° de Testigo	Estru ctura	Fecha de Modelo	fecha de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en Kg/cm2	CM2 Promedio	Resisten cia en %	% Promedio
	Conve	19/07/20							
1	ncion al	22	09/08/2022	21	18650,00	227,44		227,44	
	Conve	19/07/20							
2	ncion al	22	09/08/2022	21	18265,00	222,74	224	222,74	107
	Conve	19/07/20							
3	ncion al	22	09/08/2022	21	18150,00	221,34		221,34	
	Aserrí	19/07/20							
4	n 3%	22	09/08/2022	21	15850,00	193,29		193,29	
	Aserrí	19/07/20							
5	n 3%	22	09/08/2022	21	15650,00	190,85	190	190,85	90
	Aserrí	19/07/20							
6	n 3%	22	09/08/2022	21	15250,00	185,98		185,98	
	Aserrí	19/07/20							
7	n 5%	22	09/08/2022	21	11650,00	142,07		142,07	
	Aserrí	19/07/20							
8	n 5%	22	09/08/2022	21	11500,00	140,24	141	140,24	67
	Aserrí	19/07/20							
9	n 5%	22	09/08/2022	21	11560,00	140,98		140,98	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 31

Comprensión simple a los 28 días de convencional aserrín 3%, aserrín 5%

Nº de Testigo	Estructura	Fecha de Modelo	Fecha de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en Kg/cm2	KG/CM2 Promedio	Resistencia en %	% Promedio
1	Convencional	19/07/2022	26/07/2022	28	22010	268.41		128	
2	Convencional	19/07/2022	26/07/2022	28	21440	261.46	262	125	125
3	Convencional	19/07/2022	26/07/2022	28	20900	254.88		121	
4	Aserrín Al 3%	19/07/2022	26/07/2022	28	17210	209.88		100	
5	Aserrín Al 3%	19/07/2022	26/07/2022	28	18830	229.63	216	109	103
6	Aserrín Al 3%	19/07/2022	26/07/2022	28	17170	209.39		100	
7	Aserrín Al 5%	19/07/2022	26/07/2022	28	14470	176.46		84	
8	Aserrín Al 5%	19/07/2022	26/07/2022	28	13030	158.9	167	76	79
9	Aserrín Al 5%	19/07/2022	26/07/2022	28	13500	164.63		78	

Fuente: Elaboración propia (2023).

#### 4.2.8.2 Ensayo de comprensión simple- poliestireno expandido

Tabla 32

Comprensión simple a los 7 días de poliestireno expandido a un porcentaje de 0.5%

Nº de Testigo	Estructura	Fecha de Modelo	Fecha de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en Kg/cm2	KG/CM2 Promedio	Resistencia en %	% Promedio
1	Polistireno al 0,5%	19/07/2022	09/08/2022	7	3250,00	39,63		19	

2	Polistireno al 0,5%	19/07/2022	09/08/2022	7	3150,00	38,41	39	18	18
3	Polistireno al 0,5%	19/07/2022	09/08/2022	7	3080,00	37,56		18	
4	Polistireno al 1%	19/07/2022	09/08/2022	7	2550,00	31,10		15	
5	Polistireno al 1%	19/07/2022	09/08/2022	7	2650,00	32,32	32	15	15
6	Polistireno al 1%	19/07/2022	09/08/2022	7	2585,00	31,52		15	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

*Tabla 33*

*Comprensión simple a los 14 días de poliestireno expandido a un porcentaje de 0.5%;1%*

N° de Testigo	Estructura	Fecha de Modelo	Fecha de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en Kg/cm2	KG/CM 2 Promedio	Resistencia en %	% Promedio
1	Polistireno al 0,5%	19/07/2022	19/07/2022	14	3850,00	46,95		22	
2	Polistireno al 0,5%	19/07/2022	19/07/2022	14	3785,00	46,16	47	22	22
3	Polistireno al 0,5%	19/07/2022	19/07/2022	14	3810,00	46,46		22	
4	Polistireno al 1%	19/07/2022	19/07/2022	14	2785,00	33,96		16	

	o al								
	1%								
	Polis								
	tiren								
	o al	19/07/2	19/07/2						
5	1%	022	022	14	2815,00	34,33	34	16	16
	Polis								
	tiren								
	o al	19/07/2	19/07/2						
6	1%	022	022	14	2810,00	34,27		16	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 34

Comprensión simple a los 21 días de poliestireno expandido a un porcentaje de 0.5%;1%

N° de Testigo	Estructura	Fecha de Modelo	Fecha de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en Kg/cm2	KG/CM2 Promedio	Resistencia en %	% Promedio
1	POLISTIRENO AL 0.5%	21/07/2022	04/08/2022	21	4520	55.12		26	
2	POLISTIRENO AL 0.5%	21/07/2022	04/08/2022	21	4465	54.45	55	26	26
3	POLISTIRENO AL 0.5%	21/07/2022	04/08/2022	21	4485	54.7		26	
4	POLISTIRENO AL 1%	21/07/2022	04/08/2022	21	2950	35.98		17	
5	POLISTIRENO AL 1%	21/07/2022	04/08/2022	21	3010	36.71	37	17	17
6	POLISTIRENO AL 1%	21/07/2022	04/08/2022	21	3025	36.89		18	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 35

Comprensión simple a los 28 días de poliestireno expandido a un porcentaje de 0.5%;1%

N° de Testigo	Estructura	Fecha de Modelo	fecha de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en Kg/cm2	KG/CM <sup>2</sup> Promedio	Resistencia en %	% Promedio
1	Polistireno al 0,5%	19/07/2022	19/07/2022	28	5850,00	71,34		34	
2	Polistireno al 0,5%	19/07/2022	19/07/2022	28	6510,00	79,39	76	38	36
3	Polistireno al 0,5%	19/07/2022	19/07/2022	28	6370,00	77,68		37	
4	Polistireno al 1%	19/07/2022	19/07/2022	28	3120,00	38,05		18	
5	Polistireno al 1%	19/07/2022	19/07/2022	28	3095,00	37,74	38	18	18
6	Poliestireno al 1%	19/07/2022	19/07/2022	28	3150,00	38,41		18	

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### 4.2.9 Cuadros resumidos de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados a nivel del concreto fresco y a nivel del concreto endurecido

##### 4.2.9.1 Ensayo de asentamiento

Tabla 36

Resultados del ensayo de asentamiento diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5%

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	4.00	4.00	4.00	4.00

Concreto con la edición de aserrín 3%	3.50	3.50	3.50	3.50
Concreto con la edición de aserrín al 5%	3.00	3.00	3.00	3.00

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 37

Resultados del ensayo de asentamiento, convencional con adición de poliestireno expandido 0.5 y 1%

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	4.00	4.00	4.00	4.00
Concreto con la edición de poliestireno expandido 0.5%	1.00	1.00	1.00	1.00
Concreto con la edición de poliestireno expandido al 1%	0.00	0.00	0.00	0.00

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### 4.2.9.2 Peso unitario

Tabla 38

Resultados del ensayo de peso unitario diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5%

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	2.399	2.456	2.403	2419.19

Concreto con la edición de aserrín 3%	2.256	2.232	2.239	2242.05
Concreto con la edición de aserrín al 5%	2.170	2.167	2.184	2173.95

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 39

Resultados del ensayo de peso unitario, convencional con adición de poliestireno expandido 0.5 y 1%

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	2.399	2.456	2.403	2419.19
Concreto con la edición de poliestireno expandido 0.5%	1.882	1.932	1.846	1886.33
Concreto con la edición de poliestireno expandido al 1%	1.753	1.789	1.789	1.776.81

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### 4.2.9.3 peso contenido de aire

Tabla 40

Resultados del ensayo de contenido de aire diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5%

	M1	M2	M3	PROMEDIO
--	----	----	----	----------

Concreto convencional	1.50	1.60	1.50	1.53333333
Concreto con la edición de aserrín 3%	2.00	2.00	2.00	2.00
Concreto con la edición de aserrín al 5%	2.50	2.50	2.50	2.50

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 41

Resultados del ensayo de contenido de aire diseño convencional, diseño con poliestireno expandido al 0.5 y 1 %

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	1.50	1.60	1.50	1.53333333
Concreto con la adición de poliestireno expandido 0.5%	3.00	3.00	3.10	3.03333333
Concreto con la adición de poliestireno expandido al 1%	3.50	3.60	3.50	3.53333333

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### 4.2.9.4 Resistencia a la compresión

##### 4.2.9.4.1 Concreto convencional y concreto con adición de aserrín ALOS 7 DIAS

Tabla 42

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días, diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5%

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	172.93	181.10	180.49	178.173333
Concreto con la adición de aserrín 3%	147.32	148.17	148.78	148.09
Concreto con la adición de aserrín al 5%	91.46	95.73	93.78	93.6566667

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

##### 4.2.9.4.2 Concreto convencional y concreto con adición de poliestireno expandido ALOS 7 DIAS

Tabla 43

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días, diseño convencional, diseño poliestireno expandido al 0.5 y 1%

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	172.93	181.10	180.49	178.173333
Concreto con la adición de	39.63	38.41	37.56	38.5333333

poliestireno				
expandido 0.5%				
Concreto con la	31.10	32.32	31.52	
adición de				31.6466667
poliestireno				
expandido al 1%				

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### **4.2.9.4.3 Concreto convencional y concreto con adición de aserrín ALOS 14 DIAS**

Tabla 44

Resultados del ensayo de resistencia a la comprensión a los 14 días, diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5%

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	193.29	196.95	193.29	194.51
Concreto con la adición de aserrín 3%	168.90	166.95	166.46	167.436667
Concreto con la adición de aserrín al 5%	115.85	120.12	112.80	116.256667

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### **4.2.9.4.4 Concreto convencional y concreto con adición de poliestireno expandido 14 días**

Tabla 45

Resultados del ensayo de resistencia a la comprensión a los 14 días, diseño convencional, diseño poliestireno expandido al 0.5 y 1%

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	193.29	196.95	193.29	194.51
Concreto con la adición de poliestireno expandido 0.5%	46.95	46.16	46.46	46.5233333
Concreto con la adición de poliestireno expandido al 1%	33.96	34.33	34.27	34.1866667

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### **4.2.9.4.5 Concreto convencional y concreto con adición de aserrín ALOS 21 DIAS**

Tabla 46

Resultados del ensayo de resistencia a la comprensión a los 21 días, diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5%

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	227.44	222.74	221.34	223.84
Concreto con la adición de aserrín 3%	193.29	190.85	185.98	190.04
Concreto con la adición de aserrín al 5%	142.07	140.24	140.98	141.096667

---

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

**4.2.9.4.6 Concreto convencional y concreto con adición de poliestireno expandido 21 días**

Tabla 47

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 21 días, diseño convencional, diseño poliestireno expandido al 0.5 y 1%

---

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	227.44	222.74	221.34	223.84
Concreto con la adición de poliestireno expandido 0.5%	55.12	54.45	54.70	54.7566667
Concreto con la adición de poliestireno expandido al 1%	35.98	36.71	36.89	36.5266667

---

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

**4.2.9.4.7 Concreto convencional y concreto con adición de aserrín ALOS 28 DIAS**

Tabla 48

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días, diseño convencional, diseño con aserrín al 3 y 5%

---

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	268.41	261.46	254.88	261.583333

---

---

Concreto con la adición de aserrín 3%	209.88	229.63	209.39	216.3
Concreto con la adición de aserrín al 5%	176.46	158.90	164.63	166.663333

---

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

#### **4.2.9.4.8 Concreto convencional y concreto con adición de poliestireno expandido 28 días**

Tabla 49

Resultados del ensayo de resistencia a la comprensión a los 28 días, diseño convencional, diseño poliestireno expandido al 0.5 y 1%

	M1	M2	M3	PROMEDIO
Concreto convencional	268.41	261.46	254.88	261.583333
Concreto con la adición de poliestireno expandido 0.5%	71.34	79.39	77.68	76.1366667
Concreto con la adición de poliestireno expandido al 1%	38.05	37.74	38.41	38.0666667

---

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

### **4.3 Contrastación de hipótesis**

#### **Hipótesis Específica 1**

- H1: Al adicionar aserrín se producen mejores resultados en comparación a la adición del poliestireno expandido en las propiedades en estado fresco.
- H0: Al adicionar aserrín **NO** se producen mejores resultados en comparación a la adición del poliestireno expandido en las propiedades en estado fresco.

### 4.3.1 asentamiento del aserrín

Normalidad:

Tabla 50

prueba de normalidad aserrín

		Kolmogorov-smimov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
	Adición macrofibra y superplastificante						
	Muestra patrón	0,175	3		1,000	3	1,000
Asentamiento	Aserrín 3%	0,175	3		1,000	3	1,000
	Aserrín 3%	0,175	3		1,000	3	1,000

Corrección de significación de linderos

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

El P valor de 1 es mayor a 0,05 por lo que se tiene una distribución es normal.

ANOVA

Tabla 51

Prueba de homogeneidad de varianzas aserrín

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	1,519	2	6	,293
Asentamiento	Se basa en la media	1,519	2	6	,293
	Se basa en la media y con gl ajustado	1,519	2	3.128	,346
	Se basa en la media recortada	1,519	2	6	,293

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 52  
anova aserrín

Asentamiento	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,500	2	,750	174,419	,000
Dentro de grupos	,026	6	,004		
total	1,526	8			

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

P valor = 0,000 es menor a 0.05, entonces se rechaza H0 y se acepta H1.

### 4.3.2 Asentamiento del poliestireno expandido

Prueba Normalidad poliestireno expandido:

Tabla 53

Prueba de normalidad poliestireno expandido

		Kolmogorov-smimov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
Asentamiento	Adición macrofibra y superplastificante						
	Muestra patrón	0,175	3		1,000	3	1,000
	Poliestireno expandido0.5%	0,175	3		1,000	3	1,000
	Aserrín 1%	0,175	3		1,000	3	1,000

Corrección de significación de linderos

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

El P valor de 1 es mayor a 0,05 por lo que se tiene una distribución es normal

ANOVA

Tabla 54

Prueba de homogeneidad de varianzas poliestireno expandido

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.

	Se basa en la media	0.444	2	6	0.661
Asentamiento	Se basa en la media	0.444	2	6	0.661
	Se basa en la media y con gl ajustado	0.444	2	4.909	0.661
	Se basa en la media recortada	0.444	2	6	0.661

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 55

anova poliestireno expandido

Asentamiento	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	25.505	2	12.753	1700.333	,000
Dentro de grupos	,045	6	,007		
total	25.550	8			

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

P valor = 0,000 es menor a 0.05, entonces se rechaza H0 y se acepta H1.

**En términos estadísticos, el asentamiento tanto para el aserrín como para el poliestireno expandido generan un efecto significativo, sin embargo, en términos técnicos, el poliestireno expandido ha generado una mezcla seca con muy poco asentamiento.**

### 4.3.3 peso unitario del poliestireno

Normalidad:

Tabla 56

prueba de normalidad poliestireno expandido

	Kolmogorov-smimov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
Adición macrofibra y superplastificante						
Muestra patrón	0.363	3		0.802	3	0.120

Peso unitario	Poliestireno expandido0.5%	0.210	3	0.991	3	0.821
	Aserrín 1%	0.181	3	0.999	3	0.939

Corrección de significación de linderos

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

El P valor de 0,120 es mayor a 0,05 por lo que se tiene una distribución es normal.

ANOVA

Tabla 57

Prueba de homogeneidad de varianzas poliestireno expandido

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso unitario	Se basa en la media	1.068	2	6	0.401
	Se basa en la media	0.383	2	6	0.697
	Se basa en la media y con gl ajustado	0.383	2	4.463	0.702
	Se basa en la media recortada	1.008	2	6	0.419

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 58

anova -peso unitario -poliestireno expandido

Peso unitario	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.718	2	,359	336.333	,000
Dentro de grupos	0.006	6	,001		
total	0.724	8			

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

P valor = 0,000 es menor a 0.05, entonces se rechaza H0 y se acepta H1

#### 4.3.4 Peso unitario del aserrin

Normalidad:

Tabla 59  
prueba de normalidad aserrín

		Kolmogorov-smimov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk			
		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
	Adición macrofibra y superplastificante						
Peso unitario	Muestra patrón	0,175	3		1,000	3	1,000
	Aserrín 3%	0,175	3		1,000	3	1,000
	Aserrín 3%	0,175	3		1,000	3	1,000

Corrección de significación de linderos

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

El P valor de 1 es mayor a 0,05 por lo que se tiene una distribución es normal.

Tabla 60  
Prueba de homogeneidad de varianzas aserrin

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	1.068	2	6	0.401
Peso unitario	Se basa en la media	0.383	2	6	0.697
	Se basa en la media y con gl ajustado	0.383	2	4.463	0.702
	Se basa en la media recortada	1.008	2	6	0.419

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 61  
Anova

Peso unitario	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.718	2	,359	336.333	,000
Dentro de grupos	0.006	6	,001		

total	0.724	8
-------	-------	---

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

P valor = 0,000 es menor a 0.05, entonces se rechaza H0 y se acepta H1

**En términos estadísticos, el peso unitario tanto para el aserrín como para el poliestireno expandido generan un efecto significativo, sin embargo en términos técnicos, el poliestireno expandido ha generado menores valores de pesos unitarios frente al aserrín, pero ambos, han producido valores menores al patrón.**

#### 4.3.5 contenido de aire del aserrín

Tabla 62

prueba de normalidad aserrín

		Kolmogorov-smimov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk			
		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
	Adición macrofibra y superplastificante						
Contenido de aire	Muestra patrón	0,175	3		1,000	3	1,000
	Aserrín 3%	0,175	3		1,000	3	1,000
	Aserrín 3%	0,175	3		1,000	3	1,000

Corrección de significación de linderos

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

El P valor menor es 1, es mayor a 0,05 por lo que se tiene una distribución es normal.

Tabla 63

Prueba de homogeneidad de varianzas aserrín

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	2.970	2	6	0.127
Peso unitario	Se basa en la media	2.970	2	6	0.127

Se basa en la media y con gl ajustado	2.970	2	2.126	0.127
Se basa en la media recortada	2.970	2	6	0.127

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 64  
anova

Peso unitario	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.355	2	,678	12.318	,008
Dentro de grupos	0.330	6	,055		
total	1.685	8			

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

P valor = 0,008 es menor a 0.05, entonces se rechaza H0 y se acepta H1.

#### 4.3.6 contenido de aire del poliestireno expandido

Tabla 65  
prueba de normalidad poliestireno expandido-contenido de aire

		Kolmogorov-smimov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk		Sig.
		estadístico	gl	estadístico	gl	
Adición macrofibra y superplastificante	Muestra patrón	0.175	3	1.000	3	1.000
Peso unitario Poliestireno expandido0.5%		0.175	3	1.000	3	1.000
	Aserrín 1%	0.175	3	1.000	3	1.000

Corrección de significación de lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

El P valor menor es 1, es mayor a 0,05 por lo que se tiene una distribución es normal.

Tabla 66

Prueba de homogeneidad de varianzas-contenido de aire

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Contenido de aire	Se basa en la media	0.000	2	6	1.000
	Se basa en la media	0.000	2	6	1.000
	Se basa en la media y con gl ajustado	0.000	2	6.000	1.000
	Se basa en la media recortada	0.000	2	6	1.000

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 67

anova poliestireno expandido

Contenido de aire	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6.500	2	3.250	325.000	,000
Dentro de grupos	0.0.60	6	,010		
total	6.560	8			

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

P valor = 0,000 es menor a 0.05, entonces se rechaza H0 y se acepta H1.

**En términos estadísticos, el contenido de aire tanto para el aserrín como para el poliestireno expandido generan un efecto significativo, sin embargo, en términos técnicos, el poliestireno expandido ha generado mayores valores respecto al aserrín, así como también, ambos han generado valores mayores al patrón.**

**POR LO TANTO, de acuerdo a los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis alterna H1: Al adicionar aserrín se producen mejores resultados en comparación a la adición del poliestireno expandido en las propiedades en estado fresco.**

#### **Hipótesis Específica 2**

- H1: Adicionando aserrín se producen mejores resultados en comparación a la adición del poliestireno expandido en las propiedades en estado endurecido.

- H0: Adicionando aserrín **NO** se producen mejores resultados en comparación a la adición del poliestireno expandido en las propiedades en estado endurecido.

#### 4.3.7 Compresión del aserrín

Tabla 68

prueba de normalidad aserrín-compresion -28 días

		Kolmogorov-smimov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
	Adición macrofibra y superplastificante						
	Muestra patrón	0,361	3		0.806	3	0.128
Compresión	Aserrín 3%	0,210	3		0.991	3	0.819
alos 28 días	Aserrín 3%	0,190	3		0.998	3	0.905

Corrección de significación de lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

El P valor menor es 0.128, es mayor a 0,05 por lo que se tiene una distribución es normal

Tabla 69

Prueba de homogeneidad de varianzas -28 días

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	5.384	2	6	0.046
Compresión	Se basa en la media	0.586	2	6	0.586
a los 28 días	Se basa en la media y con gl ajustado	0.586	2	2.397	0.621
	Se basa en la media recortada	4.645	2	6	0.60

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 70

anova -comprensión 28 días

Comprensión a los 28 días	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11011.062	2	5505.531	639.688	,000
Dentro de grupos	51.640	6	8.607		
total	11062.701	8			

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

P valor = 0,000 es menor a 0.05, entonces se rechaza H0 y se acepta H1.

### 4.3.8 Compresión del poliestireno expandido

Tabla 71

prueba de normalidad -compresion - poliestireno expandido-28 días

		Kolmogorov-smimov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl
Adición macrofibra y superplastificante	Muestra patrón	0,175	3	1.000	3	1.000
Comprensión a los 28 días	Poliestireno expandido 0.5%	0,175	3	1.000	3	1.000
	Poliestireno expandido 1%	0,175	3	1.000	3	1.000

Corrección de significación de lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

El P valor menor es 1 es mayor a 0,05 por lo que se tiene una distribución es normal.

Tabla 72

Prueba de homogeneidad de varianzas-comprensión -28 días

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	0.000	2	6	1.000

Comprensión a los 28 días	Se basa en la media	0.000	2	6	1.000
	Se basa en la media y con gl ajustado	0.000	2	6.000	1.000
	Se basa en la media recortada	0.000	2	6	1.000

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

Tabla 73

anova-comprensión de poliestireno expandido-28 días

Comprensión a los 28 días	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6.500	2	3.250	325.000	,000
Dentro de grupos	0.60	6	8.607		
total	6.560	8			

**Fuente:** Elaboración propia (2023).

P valor = 0,000 es menor a 0.05, entonces se rechaza H0 y se acepta H1.

**En términos estadísticos, la resistencia a la compresión a los 28 días, tanto para el aserrín como para el poliestireno expandido generan un efecto significativo, sin embargo, en términos técnicos, el poliestireno expandido ha generado menores valores respecto al aserrín, así como también, ambos han generado valores menores al patrón.**

**POR LO TANTO, de acuerdo a los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis alterna H2: Adicionando aserrín se producen mejores resultados en comparación a la adición del poliestireno expandido en las propiedades en estado endurecido**

## **CAPITULO VI**

### **ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

Teniendo en consideración los resultados obtenidos de los diferentes ensayos realizados a nivel de laboratorio para diseño de mezcla de concreto convencional  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , en las que se obtiene como variante el aserrín en porcentajes de 3% y 5%; asimismo se tiene como segunda variante el poliestireno expandido en porcentajes de 0.5% y 1%.

Los ensayos realizados en estado fresco como el ensayo de asentamiento en el diseño patrón se obtuvo 4 “ con la adición del aserrín en porcentaje de 3% fue en promedio 3.5 ” y en porcentaje de 5% se obtuvo como promedio 3”; sin embargo, el poliestireno expandido en porcentajes de 0.5% se obtuvo en promedio 1” y en porcentaje de 1% se obtuvo 0” pulg; con relación a esto se ve un resultado favorable con la adición de aserrín en la trabajabilidad del concreto esto dependiendo según al porcentaje adicionado a la mezcla. Con respecto al

poliestireno expandido. De esta manera se concuerda vera (2018) respecto al poliestireno quien manifiesta que al incrementar el porcentaje de poliestireno no aumenta el asentamiento En el ensayo de peso unitario del aserrín convencional fue de 2419.19 kg/cm<sup>3</sup> y con adición de aserrín al 3% se obtuvo un promedio de 2.2442 kg/m<sup>3</sup>, y en el porcentaje de 5% de aserrín se obtuvo un promedio de 2.174kg/m<sup>3</sup> así no llegando a obtener un concreto ligero según los rangos para un concreto ligero, con las proporciones trabajadas. dicha información concuerda con lo indagado por vivas (2016) quien afirma que se tiene que variar las proporciones para la obtención de un concreto ligero.

;así mismo se tiene como segunda variante el poliestireno expandido a un porcentaje de 0.5% se obtuvo como promedio de los tres ensayos 1.886kg/m<sup>3</sup> y en porcentaje de 1% de poliestireno se obtuvo como promedio 1.777kg/m<sup>3</sup>;respecto a la obtención de un concreto ligero el caso favorable es con la adición de poliestireno que a mayor porcentaje de poliestireno mayor concreto ligero se obtiene pero menora en sus propiedades mecánicas , se observó pequeñas fisuras durante el proceso de endurecimiento . .de esta manera se concuerda según Saldaña y mego (2019) quien manifiesta la aparición de grietas.

Respecto al ensayo de contenido de aire al 3% de aserrín se obtuvo 2% de aire y al 5% de aserrín se obtuvo 2.5% de aire; respecto a la incorporación de poliestireno expandido a un 0.5% se obtuvo como resultado 3.00% de aire, por último, en la incorporación de poliestireno aun 1% se obtuvo de 3.53% en promedio.

En relación a los resultados de resistencia a la comprensión esto respecto a los 7 días de edad del concreto el aserrín al 3% llega a un 71% respecto a la resistencia requerida, y respecto al 5% de aserrín llega a un 45%; ahora respecto al incorporación de poliestireno expandido con

la adición al 0.5% llega a un promedio de 18% de resistencia requerida en cambio con la adición al 1% llega a un 15% de resistencia requerida.

Respecto a la edad de 14 días del concreto primero con la adición de aserrín al 3% llega una resistencia requerida de 80% en cambio a la adición de aserrín del 5% llega una resistencia de 55%; en la adición de poliestireno expandido del 0.5% llega una resistencia requerida de 22% y en la incorporación de poliestireno a un 1% su resistencia llega a un 16 %.

Respecto a la edad de 21 días del concreto en relación del 3% de aserrín su resistencia llega a 90% y en relación al 5% de aserrín llega a un 67% de resistencia ahora en relación del poliestireno expandido aun 0.5% llega una resistencia requerida de 26 % de resistencia y aun 1% de adición del poliestireno llega a un 17 % de resistencia requerida.

Por último, a la edad de 28 días de edad del concreto convencional llega a una resistencia de 261kg/cm<sup>2</sup> (124%) en la adición de aserrín al 3% llega una resistencia de 216.3 kg/cm<sup>2</sup>(103%) en promedio y respecto al 5% de adición de aserrín llega una resistencia de 166.66kg/cm<sup>2</sup> (79%), con la adición de poliestireno a un 0.5% llega una resistencia requerida de 76.16 kg/cm<sup>2</sup> (36%) y con la adición al 1% llega 38.066 kg/cm<sup>2</sup>(18%) eso varía según las edades del concreto y con las adiciones de los porcentajes .varia en la resistencia requerida. Esto Concuerda con lo mencionado de vivas (2016) afirma que hay variación en la resistencia del concreto a partir de las edades del concreto.

## CONCLUSIONES

1. Se contrasto que existe diferencia para la trabajabilidad del concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al emplear aserrín obteniendo en los ensayos de asentamiento supera en 2.00 pulg respecto con la adición de poliestireno expandido, en el ensayo de contenido de aire la adición de poliestireno expandido supera en 1% con respecto a la adición del aserrín, en el ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco la adición del aserrín supera en  $1.125 \text{ kg/m}^3$  aprox. respecto con la adición de poliestireno expandido .
2. Existe diferencia significativa en la adición aserrín de porcentaje variables como es 3y 5% ya que este supera en la resistencia de compresión, a pesar de que sus propiedades mecánicas disminuyen, pero se mantiene en el rango de concreto ligero no estructural. con la reducción de peso se reduce también las secciones estructurales y como consecuencia los costos de elemento estructurales de soporte. En relación del poliestireno expandido; pero al contrario al adicionar poliestireno expandido da mejores resultados al obtener un concreto ligero a pesar que este último disminuye desfavorablemente en sus propiedades mecánicas.

3. El esfuerzo a la comprensión disminuyo según el porcentaje de adición de aserrín de madera e igual modo pasa con la adición del poliestireno expandido este último teniendo una adición menor de porcentaje; se quiere decir que al adicionar mayor porcentaje la resistencia a la comprensión reduce.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para la obtención de una mezcla adecuada se necesita caracterizar los componentes del concreto mediante ensayos a nivel de laboratorio también caracterizar el diseño de mezcla a nivel de obra.
2. El concreto liviano fabricado a base de poliestireno expandido no necesita de ser vibrado, pues esta actividad contribuirá con la segregación de los elementos constitutivos de la mezcla, ya que una de las causas por que suceda la segregación es la baja densidad de los agregados.
3. Realizar pruebas de aislamiento térmico y acústicos en los diseños de poliestireno expandido para poder determinar su eficiencia como aislante térmico y acústico. También se sugiere realizar ensayos aun mayor porcentaje del 1% de adición de poliestireno expandido para ver el comportamiento en las propiedades del concreto fresco y endurecido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Huirma , H. 2021. *Elaboración de bloques de concreto con la adición de aserrín para el uso en edificaciones de albañilería confinada, Juliaca – Puno*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2021. pág. 134, Tesis de pregrado.
- Alvarez, R y Jimenez, B. 2021. *Influencia de la adición de aserrín en un concreto convencional con respecto a su asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión, Trujillo*. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2021. pág. 81, Tesis de pregrado.
- Alvarez, Y y Sota, V. 2017. *Análisis comparativo de la resistencia a compresión de un concreto con sustitución del agregado grueso por poliestireno expandido modificado, utilizando agregados de cunyac y vicho frente a un concreto patrón convencional de 210 kg/cm<sup>2</sup>*. Facultad de Ingeniería y arquitectura, Universidad Andina del Cusco. Cusco : s.n., 2017. Tesis de pregrado.
- Aujapuella, B y Noriega, P. 2019. *Diseño de un concreto liviano de alta resistencia incorporando poliestireno expandido, Lima*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo. 2019 : s.n., 2019. pág. 193, Tesis de pregrado.
- Bellido, L. 2018. *Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de manderá*. Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima : s.n., 2018. pág. 107, Tesis de pregrado.

- Caicebo, W y Tipan, F. 2019. *propiedades mecanicas del hormigon estructural ligero y celular , utilizando materiales de diferentes canteras*. quito : quito:UCE, 2019.
- Calle, P. 2018. *analisis y diagnostico del polvo de aserrin en un concreto ligero , en la provincia de huara*. huaura : universidad nacional jose faustino sanchez carrion, 2018.
- Cigüeñas, P. 2020. *Determinación del comportamiento mecánico del concreto con adición de aserrín*. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo : s.n., 2020. pág. 107, Tesis de pregrado.
- Cosinga, A y Gómez, R. 2017. *Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad San Martín de Porres. Lima : s.n., 2017. pág. 182, Tesis de pregrado.
- Erasso, D, Quimbay, C y Méndez, M. 2021. *Uso de poliestireno expandido como agregado al concreto*. Facultad de Ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia. Villavicencio - Meta : s.n., 2021. pág. 37, Tesis de pregrado.
- Gonzalo, N. 2017. *“Aplicación del poliestireno expandido en la fabricación de unidades de concreto liviano para muros de tabiquería en la Ciudad de Arequipa”*. Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente, Universidad Católica de Santa Marí. Arequipa : s.n., 2017. pág. 147, Tesis de pregrado.
- Hernandez, R. 2008. *Metodologia de la Investigacion*. Mexico : McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2008.
- Jaime, M. 2019. *concreto liviano estructural con arcillas expandidas y humo de silice*. bogota : universidad nacional de colombia, 2019.
- Lapa, J. 2020. *Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo*. Facultad de Ingeniería, Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2020. pág. 302, Tesis de pregrado.
- Marioni, E y Chaves, F. 2017. *Reciclado del poliestireno expandido para el desarrollo de un material sólido y sus posibles aplicaciones*. Facultad de Ingeniería, Universidad de la República Uruguay. Uruguay : s.n., 2017. pág. 186.

- Monje, W. 2022. *Estudio Comparativo de las Propiedades Físico Mecánicas del Concreto Ligero en Tabiquería Utilizando Aditivo Espumante y Aserrín, Puno*. Facultad de Ingeniería y arquitectura, Universidad César Vallejo. Chimbote : s.n., 2022. pág. 207, Tesis de pregrado.
- Muñoz, M y Huamani, J. 2018. *Influencia de la adición de aserrín de aluminio en porcentajes de 1.5%, 2%, 2.5% y 3% en las pruebas clasificatorias, densidad y absorción, de bloques de concreto no estructural de acuerdo a la Norma E.070*. Facultad de Ingeniería y arquitectura, Universidad Andina del Cusco. Cusco : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Paulino, J y Espino, R. 2017. *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú*. Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2017. pág. 145, Tesis de pregrado.
- Pintado, J y Siesquen, J. 2021. *Caracterización física – mecánica de concreto adicionando aserrín de madera y ceniza de cascarilla de arroz en la ciudad de san Ignacio – Cajamarca*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo. Chiclayo : s.n., 2021. pág. 116, Tesis de pregrado.
- Quiroz, G y Godoy, J. 2020. *Evaluación del efecto que produce la incorporación del aserrín modificado en la matriz del concreto hidráulico*. Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias : s.n., 2020. pág. 97, Tesis de pregrado.
- Rios, A. 2022. *Influencia de la adición de perlas de poliestireno expandido en el asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión de concretos en losas aligeradas, Trujillo*. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2022. pág. 211, Tesis de pregrado.
- Saavedra, F y Ccorimayta, F. 2019. *“Análisis comparativo del módulo de elasticidad a compresión y peso volumétrico de concretos convencionales y concretos ligeros fabricados con perlas de poliestireno expandido (PPE)”*. Facultad de Ingeniería y arquitectura, Universidad Andina del Cusco. Cusco : s.n., 2019. pág. 294, Tesis de pregrado.

- Saldaña, M y Mego, C. 2019. *concreto liviano no estructural , sustituyendo el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido*. san martin de porres : s.n., 2019.
- Sanchez, B. 2022. “*Influencia de la incorporación de poliestireno en el asentamiento, peso unitario, resistencia a compresión y flexión en un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando material de la zona - Abancay*”. Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de los Andes. Abancay - Apurímac : s.n., 2022. pág. 178, Tesis de pregrado.
- Serrato, A. 2023. *Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Concreto Incorporando Ceniza de aserrín y Fibra de Polipropileno*. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor de Sipán. Pimentel : s.n., 2023. pág. 371, Tesis de pregrado.
- Valera, J y Falcón, H. 2023. *Elaboración de ladrillos ecológicos a base de tereftalato de polietileno (pet) y aserrín mediante dosificación homogenizada sin cocción y por compresión*. Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Callao. Callao : s.n., 2023. pág. 92, Tesis de pregrado.
- Vera, I. 2018. *Diseño de un concreto liviano con Poliestireno expandido para la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta - Ate - Lima Este*. Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2018. pág. 178, Tesis de pregrado.
- . 2018. *Diseño de un concreto liviano con poliestireno expandido para la ejecución de losas en el asentamiento humano amauta -ate-lima este*. Lima : s.n., 2018.
- Villegas, F. 2022. “*Elaboración de bloques de concreto para muros no estructurales a partir de la trituración del poliestireno expandido reciclado en la ciudad de Huánuco*”. Facultad de Ingeniería, Universidad de Huánuco. Huánuco : s.n., 2022. pág. 112, Tesis de pregrado.
- Vivas, K. 2016. *Diseño de un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino*. 2016.



expandido en las propiedades en estado endurecido?	expandido en las propiedades en estado endurecido.	poliestireno expandido en las propiedades en estado endurecido.			La muestra es dirigida o intencional, el número total de ensayos, es el mismo número de la población.  <b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</b> * Fichas de observación. * Ensayos de laboratorio.
--	--	---	--	--	---

### Matriz de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES (FACTORES)	INDICADORES	UND
<b>ASERRÍN</b>	"Puede señalarse que el aserrín es un residuo que se genera a partir del aserrado de la madera. Es importante no confundirlo con otras partículas que también se producen en los aserraderos y en las carpinterías".	Porcentaje de aserrín en reemplazo del agregado fino	3.00%	%
			5.00%	%
<b>POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>	"El Poliestireno Expandido o EPS es un material plástico espumado utilizado en el sector de la Construcción, principalmente como aislamiento térmico y acústico, en el campo del Envase y Embalaje para diferentes sectores de actividad y en una serie de aplicaciones diversas".	Porcentaje de poliestireno expandido en reemplazo del agregado fino	0.50%	%
			1.00%	%
<b>CONCRETO LIVIANO</b>	"Al concreto ligero se le denomina así porque su peso unitario es sustancialmente menor en comparación al que se fabrica con agregado de grava o piedra triturada.	Propiedades en estado fresco	Asentamiento	Pulg
			Peso Unitario	kg/m <sup>3</sup>
			Contenido de Aire	%

	Por lo regular, este tipo de concreto tiene un peso volumétrico fresco menor de 1,900 kg/m <sup>3</sup> ".	Propiedades en estado endurecido	Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>
--	--	----------------------------------	-----------------------------	--------------------

### Matriz de operacionalización de instrumento

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	%	INSTRUMENTOS
<b>ASERRÍN</b>	Porcentaje de aserrín en reemplazo del agregado fino	3%	1. ¿En la incorporación de aserrín en reemplazo del agregado fino a un porcentaje de 3% a generado aligerar el concreto ? 2. ¿Según el porcentaje en relación al agregado fino aumenta su resistencia del concreto?	25%	Ensayo de laboratorio
		5%	1. ¿En la incorporación de aserrín en reemplazo del agregado fino a un porcentaje de 5% a generado aligerar el concreto ? 2. ¿Según el porcentaje en relación al agregado fino aumenta su resistencia del concreto?	25%	
<b>POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>	Porcentaje de poliestireno expandido en reemplazo del agregado fino	0.5%	1. ¿En la incorporación del poliestireno expandido en reemplazo del agregado fino a un porcentaje de 0?5% ha generado aligerar el concreto ? 2. ¿Según el porcentaje en relación al agregado fino aumenta su resistencia del concreto?	25%	
		1.0%	1. ¿En la incorporación del poliestireno expandido en reemplazo del agregado fino a un porcentaje de 1?00% ha generado aligerar el concreto ? 2. ¿Según el porcentaje en relación al agregado fino aumenta su resistencia del concreto?	25%	

## **INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACION Y CONSTANCIA DE APLICACIÓN**

La siguiente investigación utiliza el instrumento de investigación de fichas de observación, ensayos de asentamiento, peso unitario, contenido de aire, resistencia a la compresión

### **LA DATA DEL PROCESAMIENTO DE DATOS**

La recopilación de datos de investigación, se dio a través de información bibliográfica como tesis, libros, ensayos, tesis etc. después se realizó el diseño pertinente para esta investigación; un diseño de concreto convencional y luego con las adiciones respectivas teniendo como ensayos realizados de asentamiento el procesamiento de datos se hizo con la ayuda del laboratorio respectivo

Ensayo de asentamiento ; se utilizó el cono de Abrams para ver la consistencia del concreto dando tres capas de concreto con 25 golpes con la varilla y así poder obtener el resultado

Ensayo de peso unitario; este ensayo realizado permite conocer la densidad de la masa en condiciones compactas el procesamiento de los datos se dio a través del laboratorio

Ensayo de contenido de aire; este ensayo permite ver la cantidad de aire acumulado en el concreto el procesamiento de datos se dio a través del laboratorio.

Ensayo de resistencia a la compresión mide la resistencia del concreto endurecido y su capacidad resistente el procesamiento de datos se dio a través del laboratorio.

Collage fotográfico



Figura 11

*Para la investigación se empleó como agregados: piedra chancada, arena gruesa, aserrín, poliestireno expandido para eso se optó de tener una buena calidad de agregados libre de impurezas.*



Figura 12 *Proceso del pesado de agregados de aserrín, poliestireno expandido, piedra chancada, agregado grueso y agua de acuerdo al diseño mezcla tanto para el diseño de mezcla del patrón, diseño de mezcla con la incorporación del 3,5 % de aserrín y luego 0.5,1%*



Figura 13

*proceso de mezclado de los cinco diseños de mezcla (Patrón, aserrín 3%; aserrín 5%; poliestireno expandido 0.5%; poliestireno expandido 1%).*



Figura 14

*proceso del ensayo de asentamiento del concreto tanto del poliestireno expandido 0.5 y1 %, aserrín 3 y5 %, concreto Patrón (convencional).*



Figura 15

*proceso del ensayo de peso unitario tanto con la adición de aserrín del 3 y 5%, poliestireno expandido 0.5 y 1 %, mezcla Patrón (convencional).*



Figura 16

*proceso del ensayo de contenido de aire para la mezcla Patrón (convencional), con la adición de aserrín del 3 y 5%; con la adición de poliestireno expandido de 0.5 y 1%.*



Figura 17

*Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con las adiciones de aserrín y poliestireno expandido más las probetas convencionales*



Figura 18

*Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con las adiciones de aserrín y poliestireno expandido más las probetas convencionales*

# Resultados de ensayos



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772  
Concepción  
Concepción - Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. PAITAN CRISTOBAL OSTERLING  
PROYECTO / OBRA : COMPARATIVO DE LA ADICION DE ASERRIN Y LA ADICION DE POLISTIRENO EXPANDIDO EN CONCRETOS LIVIANOS NO ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIONES

CANTERA / UBICACIÓN RIO SECO APATA ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA  
UBICACIÓN DE OBRA Distrito HUANCAYO  
Provincia HUANCAYO  
Region JUNIN

RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : 15/07/2022

PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO TIPO I: 3,150 MARCA: ANDINO		A.F.	A.G.
<b>CARACTERISTICA DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS</b>			
PESO ESPECIFICO EN MASA		2,567	2,644
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO		1790	1551
PORCENTAJE DE ABSORCION		1,36	0,731
CONTENIDO DE HUMEDAD		2,53	1,15
MODULO DE FINEZA		2,80	6,62
TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS (pulgadas)			3/4"
ASENTAMIENTO O REVESTIMIENTO (mm.)			3"- 4"
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (Kg/cm <sup>3</sup> )			205,000
PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO			2,000
RELACION AGUA/CEMENTO			0,560
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR m <sup>3</sup> . DE CONCRETO			0,670
PESO DE CEMENTO			366,071
PESO DE AGREGADO GRUESO			1039,344
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO			0,116
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA			0,205
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE			0,020
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO			0,393
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO			0,266
PESO SECO DEL AGREGADO FINO			682,030
PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO			699,285
PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO			1051,297
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO			1,172
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO			0,419
APORTE DE AGUA DEL FINO			7,993
APORTE DE AGUA DEL GRUESO			4,355
APORTE DE AGUA DEL AGREGADO			12,348
AGUA EFECTIVA			192,652
DISEÑO EN SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	CEMENTO :	366,07 A.F.	682,03 A.G.
DISEÑO EN OBRA (Kg/m <sup>3</sup> )	CEMENTO :	366,07 A.F.	699,29 A.G.
CANT. MAT.M <sup>3</sup>	BOLSAS	8,61 M <sup>3</sup> . A.F.	0,391 M <sup>3</sup> . A.G.
PROPORCION : TANDA EN PIE3	CEMENTO	1 A.F.	1,588 A.G.
			2,754 p3 .AGUA 0,53

CIAA SANTA CRUZ SRL  
LABORATORIO DE SUELOS  
Y CONCRETO ASFALTADO

JAVIER SANTA CRUZ VELLIZ  
LABORATORISTA



SANTA CRUZ VELLIZ PABLO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
COP N° 283076



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772  
Concepción  
Concepción - Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AGREGADO GRUESO**

SOLICITA / PETICIONARIO:  
PROYECTO / OBRA :  
SECTOR  
CANTERA / UBICACIÓN  
UBICACIÓN DE OBRA

BACH. PAITAN CRISTOBAL OSTERLING

COMPARATIVO DE LA ADICION DE ASERRIN Y LA ADICION DE POLISTIRENO EXPANDIDO EN  
CONCRETOS LIVIANOS NO ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIONES

RIO SECO APATA

PIEDRA CHANCADA

Distrito : HUANCAYO

Provincia : HUANCAYO

Region : JUNIN

TECNICO : J.S.C.V

FECHA : 15/07/2022

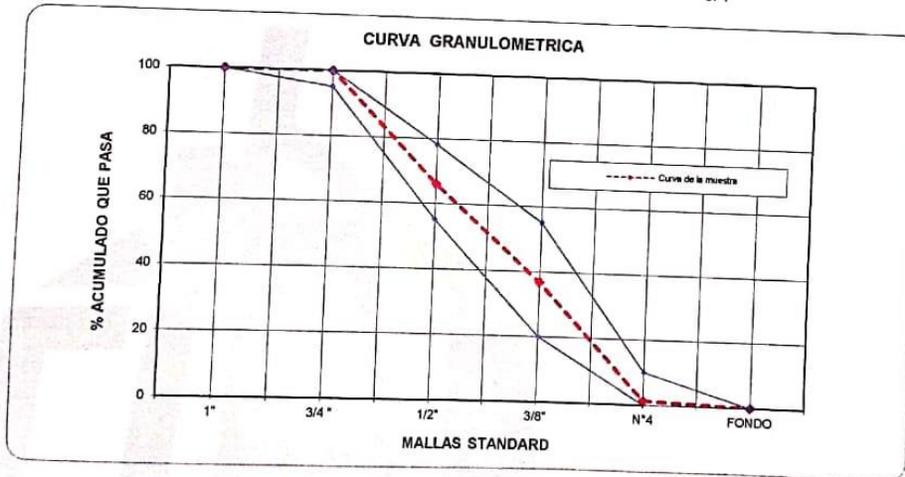
N° MALLA	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMUL. QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
					inf.	Sup.
1"				100,00	100	100
3/4"	0,0	0,00	0,00	100,00	95	100
1/2"	712,0	33,96	33,96	66,04	55	78
3/8"	615,0	29,33	63,29	36,71	20	55
N°4	743,0	35,44	98,73	1,27	0	10
FONDO	26,6	1,27	100,00	0,00	0	0
TOTAL	2096,6					

MODULO DE FINURA  
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL  
TAMAÑO MAXIMO

M.F. = 6,62  
T.M.N. = 1/2"  
T.M. = 3/4"

T.M.N. : La malla que produce el primer retenido.  
T.M. : La menor malla por la que pasa el 100%.

1/2"  
3/4"



CIAA SANTA CRUZ SRL  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y ASFALTO

JAMIER SANTA CRUZ VELAZQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 280426



SANTA CRUZ VELAZQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 280426



**CIAA**  
SANTA CRUZ  
GEOTECNIA  
Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772  
Concepción  
Concepción - Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

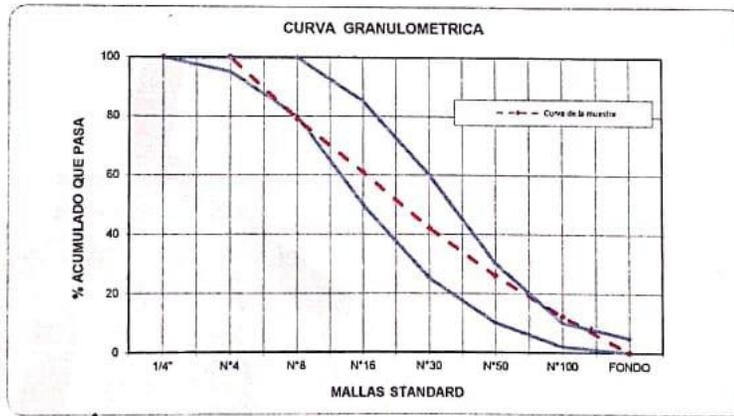
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
AGREGADO FINO**

**SOLICITA / PETICIONARIO:** BACH. PAITAN CRISTOBAL OSTERLING  
**PROYECTO / OBRA :**  
**SECTOR** COMPARATIVO DE LA ADICION DE ASERRIN Y LA ADICION DE POLISTIRENO EXPANDIDO EN  
CONCRETOS LIVIANOS NO ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIONES  
**CANTERA / UBICACION** RIO SECO APATA **ARENA GRUESA**  
**UBICACION DE OBRA** Distrito : HUANCAYO  
Provincia : HUANCAYO **TECNICO :** J.S.C.V  
Region JUNIN **FECHA :** 15/07/2022

N° MALLA	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMUL. QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
					inf.	Sup.
1/4"				100,00	100	100
N°4	0,00	0,00	0,00	100,00	95	100
N°8	233,00	21,11	21,11	78,89	80	100
N°16	198,00	17,93	39,04	60,96	50	85
N°30	210,00	19,02	58,06	41,94	25	60
N°50	178,00	16,12	74,18	25,82	10	30
N°100	150,00	13,59	87,77	12,23	2	10
FONDO	135,00	12,23	100,00	0,00	0	5
<b>TOTAL</b>	<b>1104,00</b>					

MODULO DE FINURA

M.F. = 2.80



CIAA SANTA CRUZ GEOTECNIA  
ASOCIACION DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
INGENIERO CIVIL



Paitan  
PAITAN CRISTOBAL OSTERLING  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263428



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772  
Concepción  
Concepción – Junín  
ciaasantacruz@gmail.com

**PESO UNITARIO EN AGREGADOS /m3**

MTC E 203 -2000

PROYECTO / OBRA : COMPARATIVO DE LA ADICION DE ASERRIN Y LA ADICION DE POLISTIRENO EXPANDIDO EN CONCRETOS LIVIANOS NO ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIONES  
SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. PAITAN CRISTOBAL OSTERLING  
CANTERA N° / UBICACIÓN : RIO SECO APATA

MUESTRA

UBICACIÓN DE OBRA

Distrito HUANCAYO  
Provincia HUANCAYO  
Region JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : 15/07/2022

DESCRIPCION	AGREGADO FINO - ARENA ZARANDEADA			
	SUELTO		COMPACTADO	
	Volumen del Molde	5.560,00	5.560,00	5.560,00
Peso del Molde	522,00	522,00	522,00	522,00
Peso del Molde + Muestra	9.269,00	9.272,00	10.476,00	10.470,00
Peso de la Muestra	8.747,00	8.750,00	9.954,00	9.948,00
Peso Unitario/m3	1,573	1,574	1,790	1,789
PROMEDIO	1573,47		1789,75	

DESCRIPCION	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA			
	SUELTO		COMPACTADO	
	Volumen del Molde	5.560,00	5.560,00	5.560,00
Peso del Molde	522,00	522,00	522,00	522,00
Peso del Molde + Muestra	8.267,00	8.270,00	9.142,00	9.152,00
Peso de la Muestra	7.745,00	7.748,00	8.620,00	8.630,00
Peso Unitario/m3	1,393	1,394	1,550	1,552
PROMEDIO	1393,26		1551,26	

OBSERVACIONES :

CIAA SANTA CRUZ SRL  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO SANTA CRUZ

JAMIER SANTA CRUZ VELIZ  
EC LABORATORIO



SANTA CRUZ VELIZ PAITAN  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 242.725



ESPECIALISTAS EN SUCLOS Y PAVIMENTOS

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772

Concepción

Concepción – Junín

ciaasantacruz@gmail.com

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. PAITAN CRISTOBAL OSTERLING

PROYECTO / OBRA : COMPARATIVO DE LA ADICION DE ASERRIN Y LA ADICION DE POLISTIRENO EXPANDIDO EN CONCRETOS LIVIANOS NO ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIONES

CANTERA N° / UBICACIÓN : RIO SECO APATA - PIEDRA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA

UBICACIÓN DE OBRA Distrito HUANCAYO

Provincia HUANCAYO

Region JUNIN

TECNICO : J.S.C.V

FECHA : 15/07/2022

MUESTRA 1				
AGREGADO GRUESO MTC - 206				
Nº	IDENTIFICACION	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso de Material satu. Sup. Seca (en aire)	980	950	
B	Peso de Material satu. Sup. Seca (en agua)	610	590	
C	Vol. Masa /Vol. Vacios = A - B	370	360	
D	Peso de Mat. seca en estufa (105° c)	973	943	
E	Vol. masa = C-(A-D)	363	353	
	P. Esp. Bulk (Base seca) = D/C	2,630	2,619	
	P. Esp. Bulk (Base saturado) = A/C	2,649	2,639	
	P. Esp. Aparente(Base seca) = D/E	2,680	2,671	
	% de Absorcion = ((A-D) /D)x 100	0,719	0,742	0,731
	Peso Especifico Adoptado			2,644

AGREGADO FINO MTC - 205				
Nº	IDENTIFICACION	M1	M-2	PROMEDIO
A	Peso de Mat. Satu. Sup. Seca ( en aire)	250	250	
B	Peso del frasco + H2O	206,2	205,6	
C	Peso del frasco + H2O + Arena = A+B	456,2	455,6	
D	Peso del mat. + H2O en el frasco	358	359	
E	Vol. de masa + Vol. de vacios = C-D	98,2	96,6	
F	Peso del material seco en estufa (105° c)	246,8	246,5	
G	Volumen de masa = E-(A-F)	95	93,1	
	P. Esp. Bulk (Base seca) = F/E	2,513	2,552	
	P. Esp. Bulk (Base saturada) = A/E	2,546	2,588	
	P. Esp. Aparente ( Base seca) = F/G	2,598	2,648	
	% de Absorcion = ((A-F) /F) x100	1,297	1,420	1,358
	Peso Especifico Adoptado			2,567

CIAA SANTA CRUZ SRL  
LABORATORIO DE ENLARGO  
CONCRETO

JAMER SANTA CRUZ VELIZ  
LABORANTISTA



PAITAN CRISTOBAL OSTERLING  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426





CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA  
Especialistas en suelos y pavimentos

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES  
SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405  
Av. Oriente N° 772 Concepción  
Concepción - Junín  
CIAA\_SANTACRUZ@hotmail.com

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. PAITAN CRISTOBAL OSTERLING  
PROYECTO / OBRA : COMPARATIVO DE LA ADICION DE ASERRIN Y LA ADICION DE POLISTIRENO EXPANDIDO EN CONCRETOS LIVIANOS NO ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIONES  
ESPECIMENES / CANTIDAD : 6 ESPECIMENES DISEÑO 210KG/CM2  
UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO - JUNIN ADITIVO SEGÚN DESCRIPCION

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO - MÉTODO DE OPRESION**  
MTC E 706 - 2000 - ASTM C 231 - AASHTO T 152  
OLLA WASHINGTON MARCA FORNEY

N° DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCION	ADICION	AIRE		ASENTAMIENTO
				HORA DE ENSAYO	TOTAL	
1	21/07/2022	FC 210 GR/CM2	POLISTIRENO AL 0,5%	10,30	3,00%	1,00"
2	21/07/2022	FC 210 GR/CM2	POLISTIRENO AL 0,5%	10,35	3,00%	1,00"
3	21/07/2022	FC 210 GR/CM2	POLISTIRENO AL 0,5%	10,40	3,10%	1,00"
4	21/07/2022	FC 210 GR/CM3	POLISTIRENO AL 1%	11,30	3,50%	00"
5	21/07/2022	FC 210 GR/CM3	POLISTIRENO AL 1%	11,40	3,60%	00"
6	21/07/2022	FC 210 GR/CM2	POLISTIRENO AL 1%	11,50	3,50%	00"

**ENSAYO A CONCRETO FRESCO DISEÑO 210 KG/CM2- CONVESIONAL**

CIAA SANTA CRUZ SRL  
LABORATORIO DE SIELOS  
FONCKETO VASCOVADO  
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
CIP N° 283476





SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772

Concepción

Concepción - Junín

ciaasantacruz@gmail.com

### PESO UNITARIO EN CONCRTO FRESCO

MTC E 203 -2000

PROYECTO / OBRA : COMPARATIVO DE LA ADICION DE ASERRIN Y LA ADICION DE POLISTIRENO EXPANDIDO EN CONCRETOS LIVIANOS NO ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIONES

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. PAITAN CRISTOBAL OSTERLING

CANtera N° / UBICACIÓN : RIO SECO APATA

MUESTRA : M-1,2,3

UBICACIÓN DE OBRA :  
Distrito HUANCAYO  
Provincia HUANCAYO  
Region JUNIN

TECNICO : J.S.C.V  
FECHA : 19/07/2022

DESCRIPCION	CONCRETO FRESCO - CONVENCIONAL		
	M-1	M-2	M-3
Volumen del Molde	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Peso del Molde	3.329,00	3.329,00	3.329,00
Peso del Molde + Muestra	20.120,00	20.520,00	20.150,00
Peso de la Muestra	16.791,00	17.191,00	16.821,00
Peso Unitario/m3	2,399	2,456	2,403
PROMEDIO	2419,19		

DESCRIPCION	CONCRETO FRESCO - ASERRIN AL 3,0%		
	M-1	M-2	M-3
Volumen del Molde	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Peso del Molde	3.329,00	3.329,00	3.329,00
Peso del Molde + Muestra	19.120,00	18.950,00	19.000,00
Peso de la Muestra	15.791,00	15.621,00	15.671,00
Peso Unitario/m3	2,256	2,232	2,239
PROMEDIO	2242,05		

DESCRIPCION	CONCRETO FRESCO - ASERRIN AL 5,0%		
	M-1	M-2	M-3
Volumen del Molde	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Peso del Molde	3.329,00	3.329,00	3.329,00
Peso del Molde + Muestra	18.520,00	18.500,00	18.620,00
Peso de la Muestra	15.191,00	15.171,00	15.291,00
Peso Unitario/m3	2,170	2,167	2,184
PROMEDIO	2173,95		

CIAA SANTA CRUZ SRL  
LABORATORIO DE SUELOS  
Y CONCRETOS

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
C. LABORATORISTA



INGENIERO CIVIL  
CIP N° 353426



SANTA CRUZ  
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA  
SANTA  
CRUZ  
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS  
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405

Av. Oriente N° 772

Concepción

Concepción - Junín

ciaasantacruz@gmail.com

### PESO UNITARIO EN CONCRTO FRESCO

MTC E 203 -2000

PROYECTO / OBRA : COMPARATIVO DE LA ADICION DE ASERRIN Y LA ADICION DE POLISTIRENO EXPANDIDO EN CONCRETOS LIVIANOS NO ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIONES

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. PAITAN CRISTOBAL OSTERLING

CANTERA N° / UBICACIÓN : RIO SECO APATA

MUESTRA M-1,2,3

UBICACIÓN DE OBRA

Distrito HUANCAYO

Provincia HUANCAYO

Region JUNIN

TECNICO : J.S.C.V

FECHA : 21/07/2022

DESCRIPCION	CONCRETO FRESCO - POLISTIRENO AL 0,5%		
	M-1	M-2	M-3
Volumen del Molde	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Peso del Molde	3.329,00	3.329,00	3.329,00
Peso del Molde + Muestra	16.500,00	16.850,00	16.250,00
Peso de la Muestra	13.171,00	13.521,00	12.921,00
Peso Unitario/m3	1,882	1,932	1,846
PROMEDIO	1886,33		

DESCRIPCION	CONCRETO FRESCO - POLISTIRENO AL 1,0%		
	M-1	M-2	M-3
Volumen del Molde	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Peso del Molde	3.329,00	3.329,00	3.329,00
Peso del Molde + Muestra	15.600,00	15.850,00	15.850,00
Peso de la Muestra	12.271,00	12.521,00	12.521,00
Peso Unitario/m3	1,753	1,789	1,789
PROMEDIO	1776,81		

OBSERVACIONES :

CIAA SANTA CRUZ SRL  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y ASFALTO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
LABORATORISTA



SANTA CRUZ VELIZ PAQUITO LUIS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 263426

















# Certificado de calibración de los equipos

 <b>CALIBRACIONES PERU S.A.C.</b>		<b>LABORATORIO DE METROLOGIA</b> Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio	
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>		<b>LMF-058-2021</b>	
<b>Laboratorio de Fuerza</b>		Pág. 1 de 2	
Expediente	2014	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades(SI). asdfasfdfsdfasfdfs  Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.asdfasfdfsdfasfdfs  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor. asdfasfdfsdfsd  Los certificados de calibración sin firma y sello no son validos.	
Solicitante	ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMI SOC.COM.RESPONS. LTDA		
Dirección	AV.ORIENTE NRO.772(FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO)JUNIN-CONCEPCION-CONCEPCION		
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Unilaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión		
Equipo Calibrado	<b>OLLA WASHINGTON</b>		
Marca (o Fabricante)	<b>FORNEY</b>		
Modelo	<b>LA316-23</b>		
Número de Serie	<b>560</b>		
Intervalo de Identificación	<b>0% aire a 100% aire</b>		
División de Escala	<b>0.1% aire</b>		
Tipo de Indicador	<b>Analógico</b>		
Procedencia	<b>NO INDICA</b>		
Identificación	<b>MAC-1</b>		
Fecha de calibración	<b>2021-09-29</b>		
Ubicación de Equipo	<b>Laboratorio del Solicitante</b>		
Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración  <b>ROBERTO QUINTO</b>	
CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016			
		E-mail: <a href="mailto:ventas@calibracionesperu.pe">ventas@calibracionesperu.pe</a> <a href="mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe">laboratorio@calibracionesperu.pe</a> <a href="http://www.calibracionesperu.pe">www.calibracionesperu.pe</a>	



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-058-2021**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

**METODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación indirecta utilizando el procedimiento PIC-024 "Procedimiento interno para la Calibración de Medidores de Aire", Tomando como referencia la norma ASTM C - 231.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	6,4 °C	6,7 °C
Humedad Relativa	43,8 %	43,9 %

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Pesas Clase F1 DM - INACAL	Balanza Ohaus 22 000 g Clase II	LMP-058-2021
BALANZA DE PRESION CLASE 0,0005	MANOMETRO 5 BAR	LFP-146-2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN MANOMETRO**

Indicación del Equipo (psi)	Valor Referencial (psi)	Error (psi)	Incertidumbre (psi)
5,0	5,2	-0,2	-0,2
10,0	10,1	-0,1	-0,2
15,0	15,1	-0,1	-0,2

**RESULTADOS DE MEDICIÓN EN MEDIDOR DE AIRE CONFINADO**

Indicación del Equipo (%)	Valor Referencial (%)	Error (%)	Incertidumbre (%)
5,0	5,1	-0,1	0,1
10,0	10,1	-0,1	0,1
15,0	15,0	0,0	0,0

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta auto con el número de certificado. Se definió el 0 - 4%

Fin del documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMM-O34-2021**

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

<b>Expediente</b>	2014		
<b>Solicitante</b>	ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA SOC.COM.RESPONS. LTDA		
<b>Dirección</b>	AV.ORIENTE NRO.772(FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO)JUNIN-CONCEPCION-CONCEPCION		
<b>Instrumento de Medición</b>	<b>BALANZA NO AUTOMÁTICA</b>		
Marca (o Fabricante)	OHAUS		
Modelo	R31P30		
Numero de Serie	8335440487		
Procedencia	USA		
Tipo	Electronica		
Identificación	No indica		
Alcance de Indicación	0	gr	a 30000 gr
División de escala (d) o resolución	1	gr	
Div.verific. De escala ( e )	10	gr	(*)
Capacidad Mínima	20	gr	(**)
Clase de exactitud	III		(***)
<b>Lugar de Calibración</b>	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO		
<b>Fecha de Calibración</b>	2021-09-29		

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase III\*" del SNM-INDECOPI. Edición tercera Enero 2009.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

**Patrones utilizados :**

M-0984-2019, M-0982-2019, M-0982-2019, M-0981-2019

<b>Sello</b>	<b>Fecha de emisión</b>
	2021-09-29

**Jefe del laboratorio de calibración**

 ROBERTO QUINTO

 CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

 E-mail: ventas@calibracionesperu.pe  
 laboratorio@calibracionesperu.pe  
 www.calibracionesperu.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMM-O34-2021**

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

**Resultados de Medicion**
**INSPECCION VISUAL**

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE RETABILIDAD**

Temperatura	Inicial 17.4 °C	Final 17.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 15000 g			Carga L2= 30000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)
1	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
2	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
3	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
4	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
5	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
6	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
7	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
8	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
9	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
10	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4

Carga (gr)	E <sub>max</sub> -E <sub>min</sub> (gr)	e.m.p (gr)
15000	0.000	20
30000	0.100	30

2	5	Posicion de las Cargas	Ensayo de Excentricidad
1			
3	4		

Temperatura	Inicial 17.4 °C	Final 17.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Posicion de la Carga	Carga min (g)	l (g)	ΔL (g)	E0 (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	e.m.p
										± gr
1	10	10	0.3	4.7	10000	10000	0.5	3.5	-1.2	20
2		10	0.3	4.7		10000	0.4	3.6	-1.1	20
3		10	0.2	4.8		10000	0.4	3.6	-1.2	20
4		10	0.2	4.8		10000	0.3	4.7	-0.1	20
5		10	0.2	4.8		10000	0.4	4.6	-0.2	20

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMM-034-2021**

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	17.4	°C	Final	17.4	°C
-------------	---------	------	----	-------	------	----

Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p
									± g
E <sub>0</sub> 10	10	0.4	4.6						
20	20	0.4	4.6	0.0	20	0.3	4.7	0.1	10
500	500	0.3	4.7	0.1	500	0.3	4.7	0.1	10
1000	1000	0.3	4.7	0.1	1000	0.4	4.6	0.0	10
5000	5001	0.4	4.6	0.0	5001	0.3	4.7	0.1	10
8000	8001	0.4	4.6	0.0	8001	0.4	4.6	0.0	20
10000	10001	0.5	4.5	-0.1	10001	0.4	4.6	0.0	20
15000	15001	0.5	4.5	-0.1	15001	0.5	4.5	-0.1	20
20000	20001	0.5	4.5	-0.1	20001	0.5	3.5	-1.1	20
25000	25001	0.5	3.5	-1.1	25001	0.6	3.4	-1.2	30
30000	30001	0.6	3.4	-1.2	30001	0.6	3.4	-1.2	30

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
 l: Indicaciones de la balanza.  
 ΔL: Carga adicional.

E: Error encontrado  
 E<sub>0</sub>: Error en cero  
 E<sub>c</sub>: Error corregido


**Incertidumbre expandida de medición**

$$U = 2 \times \sqrt{0.16928^2 + 0.0000000100932} \quad R^2$$

**Lectura corregida**
 $R_{CORREGIDA}$ 

$$= 0.0000239780 \quad R$$

**Observaciones**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO".  
 La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%

(\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

Fin del documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-032-2021**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

**Expediente** 2014  
  
**Solicitante** ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ  
 SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD  
 LIMITEADA SOC.COM.RESPONS. LTDA

**Dirección** AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE  
 EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN- CONCEPCION-  
 CONCEPCION

**Instrumento de Medición** Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
 Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Este certificado de calibración  
 documenta la trazabilidad a los  
 patrones nacionales o  
 internacionales, que realizan las  
 unidades de la medición de acuerdo  
 con el Sistema Internacional de  
 Unidades (SI).

**Equipo Calibrado** PRENSA DE CONCRETO (DIGITAL)

**Alcance de Indicación** 0 kgf a 100,000 kgf

**Marca (o Fabricante)** TAMIEQUIPOS LTDA

**Modelo** TCP038

**Número de Serie** 507

**Procedencia** COLOMBIANO

**Indicador de Lectura** DIGITAL

**Marca (o Fabricante)** HIGH WEIGT

**Modelo** NO INDICA

**Número de Serie** 507

**Identificación** NO INDICA

**Alcance de Indicación** 0 kgf a 100,000kgf

**Resolución** 10 kgf

**Transductor de Fuerza** ZEMIC

**Alcance de Indicación** 70 Mpa

**Marca (o Fabricante)** ZEMIC

**Modelo** NO INDICA

**Número de Serie** NO INDICA

**Fecha de Calibración** 2021-09-29

**Ubic. Del Equipo** Laboratorio de Solicitante

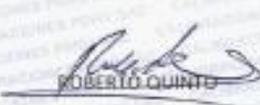
Los resultados son válidos en el  
 momento de la calibración. Al  
 solicitante le corresponde disponer  
 en su momento la ejecución de una  
 recalibración.

Este certificado de calibración no  
 podrá ser reproducido parcialmente  
 sin la aprobación por escrito del  
 laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin  
 firma y sello no son válidos.

**Sello**
**Fecha de emisión**
**Jefe del laboratorio de calibración**

2021-09-29


 ROBERTO QUINTO




**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-032-2021**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

**Método de Calibración**

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

**Trazabilidad**

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF - LE 238-19

**Resultados de medición**

Lectura de la máquina (F)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	10000	10003.0	10003.0	10003.0	10003.0	0.0	0.0	0.24
20	20000	20037.0	20037.0	20037.0	20037.0	-0.2	0.0	0.24
30	30000	30010.0	30010.0	30010.0	30010.0	0.0	0.0	0.24
40	40000	40020.0	40020.0	40020.0	40020.0	0.0	0.0	0.24
50	50000	50020.0	50020.0	50020.0	50020.0	0.0	0.0	0.24
60	60000	60020.0	60020.0	60020.0	60020.0	0.0	0.0	0.24
70	70000	70030.0	70030.0	70030.0	70030.0	0.0	0.0	0.24
80	80000	80030.0	80030.0	80030.0	80030.0	0.0	0.0	0.24
90	90000	90030.0	90030.0	90030.0	90030.0	0.0	0.0	0.24
100	100000	100030.0	100030.0	100030.0	100030.0	0.0	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C. Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

**Evaluación de los resultados**

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento

