



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de mezcla para mortero utilizando aserrín en muros portantes  
de edificaciones en Piura, Piura 2024

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Montejo Calle, Jean Carlos ([orcid.org/0009-0004-3132-9519](https://orcid.org/0009-0004-3132-9519))

**ASESOR:**

Mg. Marcelo Sanchez, Ary Garlyn ([orcid.org/0000-0002-4805-3860](https://orcid.org/0000-0002-4805-3860))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**PIURA - PERÚ**

**2024**



**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MARCELO SANCHEZ ARY GARLYN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRÍN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024", cuyo autor es MONTEJO CALLE JEAN CARLOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 22 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MARCELO SANCHEZ ARY GARLYN <b>DNI:</b> 80225075 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4805-3860	Firmado electrónicamente por: ARYMARCELOS el 09-09-2024 20:42:26

Código documento Trilce: TRI - 0830549



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, MONTEJO CALLE JEAN CARLOS estudiante de la de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRÍN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
MONTEJO CALLE JEAN CARLOS <b>DNI:</b> 75804137 <b>ORCID:</b> 0009-0004-3132-9519	Firmado electrónicamente por: JMONTEJOC el 22-07- 2024 19:35:01

Código documento Trilce: INV - 1771978

## **DEDICATORIA**

La presente investigación está dedicada a mis padres, quienes desde pequeño me inculcaron valores y deseos de superación con la meta de cumplir cada objetivo en realidad.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser el creador de todo conocimiento científico y brindarnos la capacidad de poder entenderlo. A mis padres por el sacrificio para poder brindarme la oportunidad de acceder a una carrera profesional. A mi centro de estudio por sus enseñanzas teóricas-prácticas para forzar un buen profesional acto de desarrollar la presente investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	10
III. RESULTADOS.....	14
IV. DISCUSIÓN .....	35
V. CONCLUSIONES .....	38
VI. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS .....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1,</b> Granulometría de la arena gruesa	7
<b>Tabla 2,</b> Tipos de mortero	7
<b>Tabla 3,</b> Análisis granulométrico de la arena gruesa	14
<b>Tabla 4,</b> Porcentaje de humedad de la arena gruesa	15
<b>Tabla 5,</b> Peso específico y absorción de la arena gruesa	15
<b>Tabla 6,</b> Peso Unitario y % de vacíos de la arena gruesa	16
<b>Tabla 7,</b> Análisis granulométrico del aserrín	17
<b>Tabla 8,</b> Porcentaje de humedad del aserrín	18
<b>Tabla 9,</b> Peso específico y absorción del aserrín	18
<b>Tabla 10,</b> Peso Unitario y % de vacíos del aserrín	19
<b>Tabla 11,</b> Dosificación Mortero Patrón	20
<b>Tabla 12,</b> Dosificación Mortero con 5% de aserrín	20
<b>Tabla 13,</b> Dosificación Mortero con 10% de aserrín	21
<b>Tabla 14,</b> Dosificación para probetas tipo M	22
<b>Tabla 15,</b> Rotura a los 7 días mortero tipo M	23
<b>Tabla 16,</b> Rotura a los 14 días mortero tipo M	23
<b>Tabla 17,</b> Rotura a los 28 días mortero tipo M	23
<b>Tabla 18,</b> Dosificación para probetas tipo M5%	25
<b>Tabla 19,</b> Rotura a los 7 días mortero tipo M5%	25
<b>Tabla 20,</b> Rotura a los 14 días mortero tipo M5%	25
<b>Tabla 21,</b> Rotura a los 28 días mortero tipo M5%	26
<b>Tabla 22,</b> Dosificación para probetas tipo M5%	27
<b>Tabla 23,</b> Rotura a los 7 días mortero tipo M10%	27
<b>Tabla 24,</b> Rotura a los 14 días mortero tipo M10%	28
<b>Tabla 25,</b> Rotura a los 28 días mortero tipo M10%	28
<b>Tabla 26,</b> Análisis de costo unitario para mortero tipo M	32
<b>Tabla 27,</b> Análisis de costo unitario para mortero tipo M5%	32
<b>Tabla 28,</b> Análisis de costo unitario para mortero tipo M10%	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> , Curva granulométrica de la arena gruesa	<b>14</b>
<b>Figura 2</b> , Curva granulométrica del aserrín	<b>17</b>
<b>Figura 3</b> , Grafica de relación agua – cemento	<b>21</b>
<b>Figura 4</b> , Grafica de resistencia del mortero estándar	<b>24</b>
<b>Figura 5</b> , Grafica de ensayo de resistencia del mortero con 5% de aserrín	<b>26</b>
<b>Figura 6</b> , Grafica de ensayo de resistencia del mortero con 10% de aserrín	<b>29</b>
<b>Figura 7</b> , Grafico de las resistencias de todos los diseños de mortero	<b>29</b>
<b>Figura 8</b> , Formula para calcular la cantidad de ladrillo por m2 de muro	<b>30</b>
<b>Figura 9</b> , Formula para calcular el volumen de mortero por m2 de muro	<b>31</b>
<b>Figura 10</b> , Tabla de cantidad de materiales según la proporción	<b>31</b>
<b>Figura 11</b> , Precio por m2 de muro para cada dosificación	<b>34</b>
<b>Figura 12</b> , Recolección de muestra de aserrín.	<b>57</b>
<b>Figura 13</b> , Muestra para ensayo de granulometría.	<b>57</b>
<b>Figura 14</b> , Ensayo de porcentaje de humedad – Arena gruesa.	<b>57</b>
<b>Figura 15</b> , Ensayo de granulometría – Arena gruesa.	<b>57</b>
<b>Figura 16</b> , Porcentaje retenido por tamices – Arena gruesa.	<b>58</b>
<b>Figura 17</b> , Toma de altura de molde.	<b>58</b>
<b>Figura 18</b> , Toma de peso de molde.	<b>58</b>
<b>Figura 19</b> , Toma de diámetro de molde.	<b>58</b>
<b>Figura 20</b> , Ensayo de peso unitario suelto – Arena gruesa.	<b>59</b>
<b>Figura 21</b> , Peso de muestra para peso unitario.	<b>59</b>
<b>Figura 22</b> , Ensayo peso unitario compactado – Arena gruesa.	<b>59</b>
<b>Figura 23</b> , Proceso de compactación para ensayo de peso unitario.	<b>59</b>
<b>Figura 24</b> , Toma de muestra para ensayo de peso especifico – Arena.	<b>60</b>
<b>Figura 25</b> , Proceso para ensayo peso especifico – Arena.	<b>60</b>
<b>Figura 26</b> , Introduccion de muenbra para ensayo de peso especifico.	<b>60</b>
<b>Figura 27</b> , Toma de peso para ensayo de peso especifico.	<b>60</b>
<b>Figura 28</b> , Muestra de aserrin.	<b>61</b>
<b>Figura 29</b> , Ensayo de granulometria – Aserrin.	<b>61</b>
<b>Figura 30</b> , Ensayo de porcentaje de humedad.	<b>61</b>
<b>Figura 31</b> , Ensayo de peso unitario – Aserrin.7	<b>61</b>
<b>Figura 32</b> , Toma de peso para ensayo de peso unitario.	<b>62</b>



<b>Figura 33,</b> Proceso de compactación para ensayo de peso unitario.	<b>62</b>
<b>Figura 34,</b> Preparación muestra para ensayo de peso específico.	<b>62</b>
<b>Figura 35,</b> Proceso de ensayo de peso específico.	<b>62</b>
<b>Figura 36,</b> Toma del peso para ensayo del peso específico.	<b>63</b>
<b>Figura 37,</b> Ensayo de peso específico – Aserrín.	<b>63</b>
<b>Figura 38,</b> Preparación de agregados y material para probetas.	<b>63</b>
<b>Figura 39,</b> Probetas de mortero patrón.	<b>63</b>
<b>Figura 40,</b> Desencofrado de probetas mortero con 5% de aserrín.	<b>64</b>
<b>Figura 41,</b> Desencofrado de probetas mortero patrón.	<b>64</b>
<b>Figura 42,</b> Selección de probetas para rotura a los 7 días	<b>64</b>
<b>Figura 43,</b> Selección de probetas para rotura a los 14 días.	<b>64</b>
<b>Figura 44,</b> Selección de probetas para rotura a los 28 días.	<b>65</b>
<b>Figura 45,</b> Toma de peso de probeta para rotura.	<b>65</b>
<b>Figura 46,</b> Ensayo de rotura de probetas.	<b>65</b>
<b>Figura 47,</b> Ensayo de rotura de probetas a los 7 días.	<b>65</b>
<b>Figura 48,</b> Rotura de probeta M de 14 días.	<b>66</b>
<b>Figura 49,</b> Rotura de probeta M de 28 días.	<b>66</b>
<b>Figura 50,</b> Rotura de probeta M5% de 7 días.	<b>66</b>
<b>Figura 51,</b> Rotura de probeta M5% de 28 días.	<b>66</b>
<b>Figura 52,</b> Rotura de probeta M10% de 14 días.	<b>67</b>
<b>Figura 53,</b> Rotura de probeta M10% de 28 días.	<b>67</b>

## RESUMEN

Esta investigación estudio la viabilidad del aserrín como alternativa de agregado sostenible para mortero contribuye al ODS; industria innovación e infraestructura, para incorporarlo como agregado se sometió al aserrín a estudios de granulometría, humedad natural, porcentaje de absorción, peso unitario y peso específico, comparándolo con los resultados obtenidos por la arena gruesa que también fue sometida a los mismos estudios. Según los resultados obtenidos se determinó que el diseño óptimo para mortero patrón a estudiar fue de 1:3.47 (Cemento: Arena gruesa), con una muestra de estudio de 9 cubos de 5 cm<sup>3</sup> por cada diseño de mortero. De donde tenemos 3 tipos de mortero estudiados; Mortero patrón (mortero tipo M), mortero con 5% de aserrín (mortero tipo M5%) y mortero con 10% de aserrín (mortero tipo M10%).

Los resultados obtenidos muestran que el mortero con 5% y 10% de aserrín obtuvieron una resistencia a la compresión de 175.7 kg/cm<sup>2</sup> y 159.42 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Concluyendo que el mortero con 5% de aserrín esta por encima de la resistencia esperando para mortero de 1:3.47 que es 175 kg/cm<sup>2</sup> y puede ser usado como alternativa de agregado para mortero. La incorporación reduce el costo del mortero en comparación con la de mortero patrón.

**Palabras clave:** Alternativa de agregado, industria e innovación, aserrín como agregados, resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

This research studied the viability of sawdust as a sustainable aggregate alternative for mortar that contributes to the SDG; industry, innovation and infrastructure, to incorporate it as an aggregate, the sawdust was subjected to studies of granulometry, natural humidity, absorption percentage, unit weight and specific weight, comparing it with the results obtained for coarse sand that was also subjected to the same studies. According to the results obtained, it will be determined that the optimal design for the pattern mortar to be studied was 1:3.47 (Cement: Coarse sand), with a study sample of 9 cubes of 5 cm<sup>3</sup> for each mortar design. From where we have 3 types of mortars studied; Pattern mortar (type M mortar), mortar with 5% sawdust (type M5% mortar) and mortar with 10% sawdust (type M10% mortar).

The results obtained show that the mortar with 5% and 10% sawdust obtained a compressive strength of 175.7 kg/cm<sup>2</sup> and 159.42 kg/cm<sup>2</sup> respectively. Concluding that the mortar with 5% sawdust is above the expected resistance for mortar of 1:3.47, which is 175 kg/cm<sup>2</sup> and can be used as an alternative aggregate for mortar. The incorporation reduces the cost of the mortar compared to that of pattern mortar.

**Keywords:** Aggregate alternative, industry and innovation, sawdust as aggregates, compression resistance.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la escasez de recursos naturales en el rubro de la construcción demanda una búsqueda minuciosa de alternativa de agregados para remplazar a los agregados convencionales, es difícil pensar e imaginar en una escasez de arena, a nivel global se extrae 50 millones de toneladas de este recurso en un año, con un valor estimado de 70 millones de dólares. Sin embargo, su explotación esta generando un impacto negativo significativo, ya que es una materia finita y no renovable, lo que la convierte en un problema ambiental y económico de alcance mundial

En la construcción existen diferentes tipos de mortero con diferentes propósitos en la construcción debido a su plasticidad, capacidad de trabajo, propiedades de unión y fijación. Este material proporciona una ayuda en la unión de ladrillo y otras unidades de mampostería. Las propiedades de un buen mortero son la trabajabilidad, resistencia en tensión y compresión, fraguado rápido y buena consistencia.

La resistencia de un mortero como característica principal va de 12,4 MPa a 17,2 MPa promedio a los 28 días de curado, en una dosificación de 1 a 2  $\frac{1}{4}$  - 3  $\frac{1}{2}$  (Cemento – arena), el uso de aserrín como alternativa de agregado en un 25%, 50%, 75% y 100% produce resistencia de 12,13 MPa, 9,15 MPa, 4,60 MPa y 3,37 MPa respectivamente, optando por el aserrín como un agregado alternativo sostenible para concreto liviano (Abraham Mwangi et al., 2019).

La investigación se enfocó en el desarrollo de una mezcla de mortero que incluyo aserrín como componente adicional de agregado sostenible, alineándose con (ODS): industria innovación e infraestructura. Este enfoque ofreció una solución en la construcción con agregados alternativos y promoviendo nuevas prácticas de construcción que respetan el medio ambiente.

La presente investigación se centró en la realidad problemática ambiental, económica y social, esta plateo la siguiente pregunta ¿Cuál es la resistencia del

mortero con aserrín en relación al estándar? Ya que, el mortero cumple parte fundamental de elementos estructurales y la escasez de materiales de construcción sostenible es un factor a tomar en cuenta a futuras generaciones

La presente investigación se justificó por que busco una alternativa de agregado sostenibles, económico y resistente. Por lo que se consideró como objetivo general: se estableció el diseño de una mezcla para mortero utilizando aserrín en muros portantes de edificaciones en Piura, Piura 2024. Y como objetivo específico a presente investigación tuvo: OE1. Se determino las composiciones físicas del agregado para mortero; OE2. se estableció el porcentaje de 5%, 10% de aserrín para su uso como agregado en el diseño del mortero; OE3. se comparó la resistencia del mortero con aserrín con los del mortero convencional utilizado en muros portantes; OE4. se analizó el costo y beneficio que genera el diseño de mezcla para mortero en 1 m<sup>2</sup> de muro

Como antecedente internacional tenemos a; Nanayakkara, O. y Xia, J. (2019) en Belfast, Reino Unido. Nanayakkara estudio los atributos físicos y la capacidad mecánica del mortero de áridos finos parcialmente sustituidos con aserrín. Su estudio tuvo como primer objetivo investigar un método de pretratamiento adecuado para el aserrín que se puede mezclar con mortero. Sus resultados mostraron que hervir aserrín con hidróxido de sodio al 2 % de concentración durante 2 horas y lavar con agua hirviendo durante 30 minutos puede producir mejores propiedades mecánicas en comparación con el aserrín original o el aserrín hervido solo con agua. Nanayakkara demostró que la adición de aserrín disminuye la densidad del mortero al tiempo que incrementa la capacidad de retención de agua del 10% para el mortero normal al 25% para el mortero con un nivel de reemplazo de aserrín del 50%. Nanayakkara concluye que la contracción por secado de 1000 micras a los 28 días de edad puede superarse fácilmente con mezclas de mortero con un alto contenido de aserrín superior al 30%. Nanayakkara demostró que la sustitución de los áridos finos por aserrín en el mortero trae muchas desventajas; sin embargo, aún mantiene algunas propiedades mecánicas razonables.

También esta; Abdulhameed, A. A., Hason, M. M., Sharba, A. A. K., Hanoon, A. N., Amran, M., Magbool, H. M., & Gamil, Y. (2023) en Badad – Irak. Los investigadores llevaron a cabo investigaciones experimentales y ambientales para evaluar el impacto del aserrín de madera en el desempeño de vigas compuestas de hormigón armado. Los investigadores analizaron el rendimiento de vigas de hormigón armado fabricadas con hormigón que contenía agregado fino parcialmente reemplazado por aserrín de madera en proporciones del 5-45% en peso. Se sometieron seis vigas a pruebas de flexión de 4 puntos hasta el colapso, evaluaron el asentamiento, la densidad, la resistencia a la compresión, el agrietamiento y el modo de falla. Aunque la resistencia a la compresión del hormigón con aserrín se redujo en un 7-30%, aún se mantuvo dentro de los límites de grado de hormigón bajo a normal. Sus resultados mostraron que el aumento en el porcentaje de aserrín disminuyó la energía absorbida para alcanzar la falla. Además, determinaron que el uso de hormigón a base de aserrín de madera puede reducir costos en un 9% y el índice de costos en un 61%. Los investigadores concluyeron que el aserrín puede ser utilizado para producir hormigón estructural de resistencia normal y baja.

Luego; Assiamah, S., Agyeman, S., Adinkrah-Appiah, K., & Danso, H. (2022) en Sunyani – Ghana. los investigadores exploraron el uso de cenizas de aserrín como suplemento adicional del cemento en la producción de elementos de concreto armado y construcción sin mortero. Su objetivo fue reemplazar parcialmente el cemento Portland ordinario (OPC) con ceniza quemada de aserrín (SDBA) en la fabricación de bloques de suelo de laterita entrelazados. Donde evaluaron cuatro mezclas con diferentes porcentajes de SDBA (0, 10, 20 y 30% en peso) y una proporción de mezcla de 1:6 (cemento + SDBA: laterita) con un índice de agua con respecto al cemento de 0.70. Se produjeron 192 muestras que se curaron durante 7, 14, 21 y 28 días. Los resultados mostraron que las resistencias de compresión promedio a los 28 días fueron de 6,20, 6,52, 6,32 y 5,73 N/mm<sup>2</sup> para los porcentajes de SDBA mencionados. Los investigadores concluyeron que el 20% en peso de SDBA es el nivel de reemplazo óptimo para lograr propiedades de ingeniería deseables en los bloques entrelazados

Luego; Abraham Mwango, Chewe Kambole (2019) en Kitwe – Zambia. Abraham y Chewe estudiaron las características de ingeniería y posible aumento de la utilización de compuestos de aserrín en la construcción. De su estudio se dio a conocer las diferentes funciones que llega a cumplir el aserrín en el ámbito de la construcción. Abraham y Chewe demostraron el potencial de amortiguación de vibraciones de una capa de arena y aserrín en sistemas livianos de piso/techo con estructura de madera (LTFS), los investigadores manifiestan que se podrían utilizar compuestos de aserrín y cemento para revestimientos y paredes, observaron que los residuos de aserrín de madera tienen un efecto positivo en el post-agrietamiento del mortero de construcción mejorando la ductilidad del mortero, estudiaron el uso de aserrín, granito triturado y cemento de endurecimiento rápido para la producción de aserrín de hormigón. Utilizando una mezcla de concreto de 1:2:4, utilizaron aserrín para reemplazar el 25%, 50%, 75% y 100% de arena en volumen. Donde obtuvieron que la resistencia a los 28 días para las respectivas proporciones de reemplazo de aserrín fue de 12,13 MPa, 9,15 MPa, 4,66 MPa y 3,37 MPa. Abraham y Chewe establecieron que el aserrín puede usarse potencialmente como agregado en la producción de concreto liviano.

También están; D. Shanmuga Priya, N. Sakthieswaran, O. Ganesh Babu (2020) en Tamilnadu, India. Realizaron un estudio experimental para evaluar el uso de aserrín en polvo y GGBS (Escoria Granulada de Alto Horno) como sustitutos parciales en morteros convencionales. Los resultados mostraron que el mortero con aserrín ofrece mejor aislamiento térmico y comportamiento ante incendios, así como propiedades de resistencia superiores. Su estudio incluyó la evaluación de diferentes porcentajes de reemplazo de cemento por GGBS (0%, 5%, 10%, 15% y 20%). Donde encontraron que la incorporación de aserrín aumenta la conductividad térmica del mortero y que un 5% de reemplazo aumenta su resistencia. Los investigadores concluyeron que una mezcla óptima de 10% de GGBS y 5% de aserrín en polvo ofrece mejores propiedades térmicas y reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>. Además, se encontró que el mortero con aserrín presenta una alta capacidad para soportar carga después de 28 días de endurecimiento y un costo reducido en materiales, en comparación con mezclas convencionales.

Luego; Zou, S., Li, H., Wang, S., Jiang, R., Zou, J., Zhang, X., Liu, L., & Zhang, G. (2020) en Hunan – China. Los investigadores llevaron a cabo un estudio experimental para desarrollar un innovador material aislante para edificios, utilizando biomasa de serrín. Analizaron tres variables clave para determinar la proporción ideal del material, evaluaron sus propiedades térmicas y mecánicas, resistencia al agua y microestructura. Las variables estudiadas fueron la relación entre el agua humectante y la masa de biomasa, el vínculo entre el peróxido de hidrógeno y la composición adhesiva, y la relación entre la biomasa y la masa adhesiva. Los investigadores mostraron que las combinaciones óptimas fueron aquellas con relaciones W/B de 1-2, relaciones H/A de 0,012-0,015 y relación B/A de 0,12, lo que resultó en un coeficiente de conducción de calor de 0,112-0,125 W/(m·K) y una capacidad para soportar carga de 0,76-1,71 MPa. Los investigadores concluyeron que este nuevo material aislante, con excelentes propiedades físicas, puede contribuir significativamente a la conservación de energía en edificios, promoviendo una producción más limpia y un desarrollo sostenible.

También están; Elahi, T. E., Shahriar, A. R., Alam, M. K., & Abedin, M. Z. (2020) Dhaka – Bangladesh. Los investigadores evaluaron la efectividad de la ceniza de aserrín y el cemento en la producción de bloques de tierra estabilizada comprimida. Analizaron diversas combinaciones de contenidos de cemento (4%, 6%, 8% y 10%) y ceniza de aserrín (0-10%) donde determinaron la mezcla óptima que ofreció el mejor desempeño en resistencia a la presión, resistencia al corte, comportamiento de deformación y durabilidad. Los investigadores descubrieron que, para cada contenido de cemento, la adición de ceniza de aserrín incrementaba gradualmente la resistencia a la compresión hasta alcanzar un valor máximo, identificado como el contenido óptimo. Determinaron que la cantidad óptima de ceniza de aserrín era del 4% para un contenido de cemento del 4%, del 6% para contenidos de cemento del 6-8% y del 8% para un contenido de cemento del 10%. Además, encontraron que la adición de cemento y ceniza de aserrín mejoraba la capacidad de soportar carga de los bloques en un 21-147% en comparación con los bloques de tierra no estabilizada.



Luego; Choez Abata, Cristhian Rubén (2023) en Manabi – Ecuador. Realizaron el estudio para potenciar las características mecánicas de los bloques de mampostería mediante la adición del aserrín en diferentes porcentajes. Llegaron a la conclusión que los resultados mostraron que la incorporación de aserrín, compuesto por fibras de celulosa unidas con lignina, aumentó la resistencia de los bloques. Donde determinaron que las dosificaciones óptimas de aserrín fueron del 2% y 4%, lo que permitió cumplir con los requisitos de capacidad de carga establecidos en la norma NTE INEN 6033 (1.7 Mpa) para bloques de clase Tipo C. Además, se encontraron que el costo de los bloques varía según su tamaño, siendo de \$0,54 para los bloques de 40x20x7 cm con 2% de aserrín y \$0,68 para los bloques con 4% de aserrín.

Como principales teorías relacionadas al tema están:

**El mortero** Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en la sección "E.070 Albañilería", el mortero se define como una mezcla óptima de aglomerantes y agregados finos, con la cantidad de adecuada de agua para lograr una consistencia manejable y cohesiva, sin segregación de partículas. Para elaborar un mortero utilizado en construcción, es fundamentalmente cumplir con las especificaciones técnicas detalladas en las Normas Técnicas Peruanas (NTP) 399.607 y 399.610.

Los componentes para el mortero son los siguientes:

Materiales aglomerantes

- Cemento portland tipo I y II, conforme a la norma NTP 334.009
- Cemento adicional IP, Conforme a la norma NTP 334.830
- Una mezcla de cemento portland o cemento adicional y cal hidratada normalizada según la norma NTP 339.002

El material utilizado como material fino fue arena natural, sin materiales orgánicos y sin sales. Debieron cumplir con las especificaciones detalladas en la Tabla 1. Sin embargo, se podrán considerar diferentes distribuciones granulométricas siempre que se demuestre, a través de evaluación de comportamiento en pilas y muros de

ensayo, que ofrecen resistencias equivalentes a las requeridas en los planos de construcción.

**Tabla 1**

*Granulometría de la arena gruesa*

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

*Nota: obtenido del reglamento nacional de edificaciones*

- La retención de arena entre dos mallas adyacentes no debe exceder el 50%.
- El valor de módulo de fineza debe oscilar en el rango de 1,6 y 2,5.
- El límite máximo de partículas frágiles será de 1% en términos de peso.
- Queda prohibido el uso de arena de origen marino.

Se utilizará agua potable y exenta de sustancias perjudiciales, ácidos y materia orgánica para la mezcla.

Los morteros se clasifican en función de su aplicación estructural en dos categorías: Tipo P, para la construcción de muros estructurales, y Tipo NP, para muros divisorios (ver Tabla 2). Los ingredientes del mortero deben combinarse en relaciones volumétricas específicas (en estado no compactado), tal como se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Tipos de mortero*

TIPOS DE MORTERO				
TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a ¼	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a ½	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	6	Muros No Portantes

*Nota: obtenido del reglamento nacional de edificaciones*

- Es posible emplear diversas composiciones de morteros, como aquellos que contienen cementos para obra o morteros fabricados (ya sea en bolsas o premezclados), mientras que las pruebas realizadas en pilas y muretes muestren que ofrecen resistencias equivalentes o superiores requerida en los planos de construcción.
- En caso si no dispone de cal hidratada que cumpla con los estándares, se puede optar por emplear una mezcla alternativa sin cal, mientras que mantenga las cantidades de establecidas de arena y cemento especificadas en la Tabla.

Los muros portantes deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Poseer un perfil transversal con una distribución simétrica optima.
- Mantener continuidad desde la parte superior hasta la base de la cimentación.
- Tener al menos 1.20 m de longitud para ser tomado en cuenta a efectivos en la capacidad de soporte de fuerzas laterales.
- Contar con tamaños equitativos en cada orientación, en la medida posible.
- Incluir juntas de articulación para prevenir desplazamientos entre componentes causados por compensación de expansiones y contracciones desiguales.
- El espaciamiento máximo entre juntas de articulación es de 8 m para muros formados por bloques de concreto y de 25 m para de muros formados por arcilla cocida.
- Arriostramientos conforme a las especifiquen.

El espesor efectivo "t", que representa el espesor mínimo, debe cumplir:

$$t \geq \frac{h}{20} \text{ en las zonas sísmicas 2 y 3}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \text{ en la zona sísmica 1}$$

En la fórmula, 'h' representa la dimensión vertical mínima separación entre los componentes horizontales de fijación o la altura de pandeo nominal. La carga axial critica ( $\sigma_m$ ) generado por la carga máxima de peso propio en servicio ( $P_m$ ), con 100% de carga adicional incluida, debe ser por debajo a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m$$

En la ecuación, 'L' simboliza la longitud completa del muro, considerando el peralte de las columnas en la situación de muros reforzados. Si no se satisface esta condición, se deben considerar medidas correctivas, como perfeccionar la calidad de la construcción de muros ( $f'_m$ ), ampliar la sección transversal del muro, reforzarlo con concreto armado o reducir la carga axial "P\_m".

El es un subproducto orgánico residual durable derivado de la madera, compuesto principalmente por lignina y fibra de celulosa. Según Cigueñas Cabrera (2020), su composición química se caracteriza por contener un 2% de nitrógeno (N), un 6% de hidrógeno (H), un 42% de oxígeno (O) y un 50% de carbono (C). La adición de aserrín en el concreto reduce las fisuras por retracción plástica y mejora su resistencia a la protección contra la humedad.

Finalmente se plasmó como hipótesis general: El cual fue que, si se puede diseñar una mezcla para mortero utilizando aserrín en muros portantes de edificaciones, utilizando el aserrín como agregado alternativo sostenible.

## II. METODOLOGÍA

La investigación fue de tipo aplicada, ajustada a un conjunto de actividades técnicas con el fin de determinar cada objetivo y lograr resolver la problemática agregando el aserrín mejorando las propiedades mecánicas del mortero convencional, fue de enfoque cuantitativo por que utilizo la recopilación y procesamiento de datos obteniendo reacción a la investigación y elaboración de planes de estudio, fue de estudio experimental manipulado la variable de manera controlada para mostrar resultados generados por la variable, llegando a la obtención de un mortero rentable.

En esta investigación se consideró como variable independiente a el “uso de aserrín” como definición conceptual: el aserrín está compuesto principalmente por lignina y fibra de celulosa. Su composición química se caracteriza por contener un 2% de nitrógeno (N), un 6% de hidrógeno (H), un 42% de oxígeno (O) y un 50% de carbono (C). La adición de aserrín en el concreto reduce las fisuras por retracción plástica y mejora su resistencia a la protección contra la humedad (Cigueñas Cabrera, 2020).

la especificación funcional de la variable independiente se estableció que el aserrín modifica los parámetros físicos y comportamiento mecánico del mortero, en resistencia, trabajabilidad y porcentaje de absorción.

Las dimensiones de la variable independiente correspondiente al aserrín como agregado, como indicador se tuvo las pruebas para evaluar las características físicas y mecánicas con respecto a su uso como agregado para mortero, su escala de medición fue: Razón.

Como variable dependiente se consideró “el diseño de mortero” como definición conceptual tenemos: la composición del mortero incluye por aglomerantes y arena fina a los cuales agrega la cantidad optima de agua para obtener una mezcla trabajable, adhesiva y sin separación de agregados (reglamento nacional de edificaciones “E.070 albañilería”).

La definición operacional de la variable dependiente se estableció agregando la variación de aserrín al mortero con respecto al agregado para obtención de resultados de resistencia de mortero.

Las dimensiones de la variable dependiente fue la determinación del porcentaje óptimo, el ensayo a la resistencia de cada variación de porcentaje y el análisis de costo y beneficio en 1 m<sup>2</sup> de muro con el mortero resultante. Su escala de medición fue: Razón.

Se estableció como **población** la existencia de los tipos de morteros actualmente aplicados en la construcción los cuales son 2, mortero para asentado de ladrillo y mortero para tarrajeo, y como **muestra** se tomó el mortero tradicional con agregado grueso para asentado de ladrillo, excluyendo el mortero tradicional con agregado fino para tarrajeo, como método de muestreo se agregó las variaciones con aserrín en 5% y 10% con respecto al agregado grueso obteniendo una cantidad 27 cubos de concreto, los cuales son 9 cubos por motero convencional, 9 cubos por mortero con el 5% de aserrín y 9 cubos con mortero con el 10% de aserrín. De los 9 cubos se procedió a realizar ensayo a los 7, 14 y 28 días utilizando 3 cubos para cada día de ensayo con la intención de conseguir resultados variables y un nivel medio.

En esta investigación utilizamos como técnica de recolección de datos el laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos de la Universidad Cesar Vallejo, filial Piura, para la elaboración de los ensayos físicos y mecánicos de los agregados y rotura de probetas de cada diseño se realizó en un laboratorio "CONSULTGEOPAV SAC", laboratorio de mecánica de sueño, concreto y pavimentos, con ruc: 20602407021, ubicado en la ciudad de Sullana

Para la presente investigación de llevo a cabo la fabricación de cubos de 5cm como probetas para la obtención de resultados por cada diseño establecido, desde el diseño convencional a el diseño con variación de 5% y 10% respectivamente, para la elaboración se estableció como unidad de mediad en peso, para el diseño convencional tenemos 0.511 kg de cemento, 1.746 kg de arena gruesa y 0.396 lts

de agua; para el diseño con 5% de aserrín tenemos 0.511 kg de cemento, 1.658 kg de arena gruesa, 0.037 kg de aserrín y 0.398 lts de agua; para el diseño con 10% de aserrín tenemos 0.511 kg de cemento, 1.571 kg de arena gruesa, 0.074 kg de aserrín y 0.400 lts de agua, la preparación se realizó de manera manual como el proceso convencional aplicado de manera cotidiana en campo

Esta investigación se emprendió con la búsqueda de arena gruesa que satisfaga los requisitos mínimos de diseño para agregados establecidos por la (NTP 399.607), la arena gruesa se obtuvo de la cantera Yapatera (Chulucanas) esta fue sometida a todos los ensayos con la finalidad de obtener datos para diseño de mortero: granulometría (ASTM D-422,) donde se encontró que el agregado estaba dentro de los parámetros de diseño y con la módulo de finesa requerido con un 2.49, ensayo para determinar el nivel de humedad nativo (ASTM D-2216) donde el resultado arrojado fue de un 0.4 % como porcentaje de humedad promedio, prueba de peso específico y porosidad (ASTM C-127,128) donde se obtuvieron como datos que el agregado tiene una densidad de 2.53 kg/m<sup>3</sup> y 3.45 % de porosidad, medición de densidad relativa y vacíos de los agregados (ASTM C-29) donde se obtuvo como densidad relativa suelta 1471.96 kg/m<sup>3</sup> con 0.47 % de vacíos y densidad relativa compactado 1615.07 kg/m<sup>3</sup> con 0.42 % de vacíos.

El aserrín se obtuvo de un taller de carpintería (Morropón) este fue sometido a todos los ensayos con la finalidad de obtener datos para diseño de mortero: granulometría (ASTM D-422,) donde se encontró que el agregado estaba dentro de los parámetros de diseño y con la módulo de finesa requerido con un 2.35, ensayo para determinar el nivel de humedad nativo (ASTM D-2216) donde el resultado arrojado fue de un 0.30 % como porcentaje de humedad promedio, ensayo de gravedad específica y absorción (ASTM C-127,128) donde se obtuvieron como datos que el agregado tiene una densidad de 1.11 kg/m<sup>3</sup> y 13.64 % de porosidad, medición de densidad relativa y vacíos de los agregados (ASTM C-29) donde se obtuvo como densidad relativa suelta 174.67 kg/m<sup>3</sup> con 0.87 % de vacíos y densidad relativa compactado 252.86 kg/m<sup>3</sup> con 0.81 % de vacíos.

el ensayo de rotura de probetas se realizó según lo requerido en vida de cada ejemplar como son 7, 14 y 28 días (NTP 399.622) para determinar la resistencia,

se elaboraron 9 cubos por cada diseño, obteniendo una rotura 3 cubos por cada tiempo de vida obteniendo un promedio como resistencia en cada día.

Esta investigación se rigió a las pautas establecidas por la Universidad Cesar Vallejo y su resolución de investigación N° 081-2024, esta detalla las pautas legales que debe cumplir la universidad para contribuir al progreso de la sociedad. Se siguió la normativa y proceso adecuado para llevar con ética la investigación, considerando aspectos éticos, religiosos, morales y políticos. Se utilizaron fuentes confiables debidamente citadas, los resultados obtenidos en laboratorio fueron avalados por el encargado del centro de estudios de mecánica de suelos de la universidad asegurando que estos no fueran manipulados o alterados para no distorsionar la investigación, se redactó siguiendo los parámetros de la norma internacional APA establecida por la guía.

Para ellos se contó con la colaboración de los centros de estudio de suelos de la Universidad Cesar Vallejo y consultgeopav sac, los cuales aseguran la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. El compromiso para la investigación se desarrolló a partir de la obtención de resultados favorables que beneficien al medio ambiente y desarrollo social mejorando el impacto del mismo.



### III. RESULTADOS

#### Resultados del objetivo específico 1

#### Propiedades físicas de la arena gruesa – Cantera Yapatera (Chulucanas)

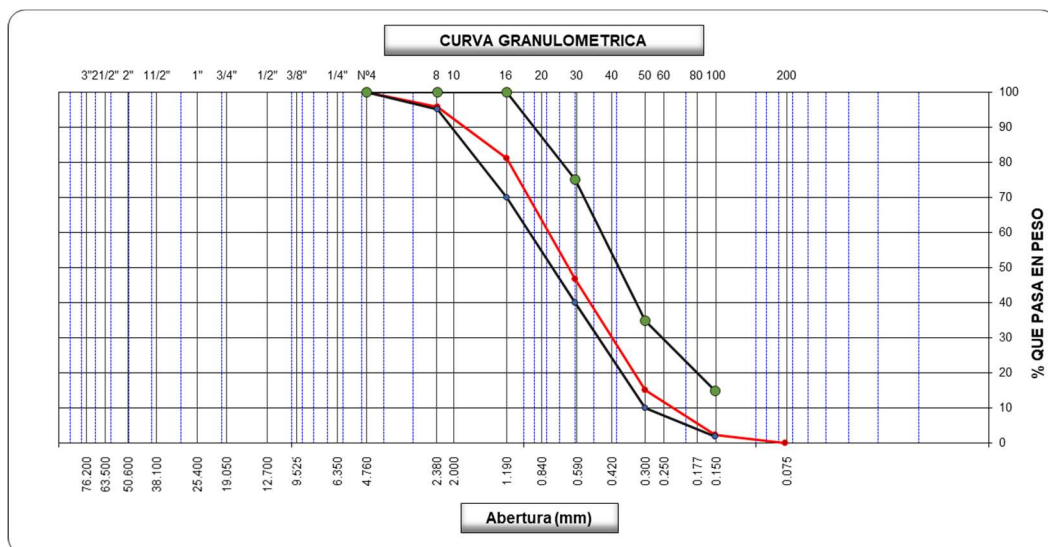
##### Análisis granulométrico

Se efectuó el estudio granulométrico del agregado utilizado en la investigación, siguiendo el método descrito en la norma ASTM D-422 y considerando los requisitos específicos en la norma NTP 399.610. Este análisis permitió obtener una comprensión clara de la composición granulométrica del material empleado en el análisis.

**Tabla 3**

Análisis granulométrico de la arena gruesa

Malla	% Retenido	% Que Pasa	Gradación	Módulo de
Pulg.	Acumulado	Acumulado		finiza
(mm)				
N° 4	0.00	100.00	100	
N° 8	19.70	96.10	95 - 100	
N° 16	77.30	80.60	70 - 100	
N°30	145.50	51.50	40 - 75	2.49
N° 50	164.40	18.60	10 - 35	
N° 100	69.70	4.70	2 - 15	
N° 200	23.40	0.00	0 - 5	



### Figura 1. Curva granulométrica de la arena gruesa

Se obtuvo como resultado que la distribución de las partículas de la arena gruesa de la cantera de Yapatera – Chulucanas, se encuentra dentro del rango permitido por la NTP NTP 399.610 y un módulo de fineza de 2.59.

### Contenido de humedad

Se efectuó el análisis de humedad su proceso acorde la norma ASTM 2216, cumpliendo con los requerimientos establecidos.

**Tabla 4**

#### Porcentaje de humedad de la arena gruesa

Descripción	M-1
Contenido de humedad promedio (%)	0.40

En la Tabla 4, se obtuvo como resultados que para la arena gruesa de cantera de Yapatera – Chulucanas, la humedad natural del agregado es de 0.400 %.

### Peso específico y absorción

Se determinó *la densidad y porosidad* de la arena gruesa de acuerdo con las normas ASTM C-127 y C-128, *secuencialmente*. Los resultados se obtuvieron mediante el cumplimiento estricto del procedimiento establecido en estas normas, lo que garantiza la exactitud y confiabilidad de los resultados.

**Tabla 5**

#### Peso específico y absorción de la arena gruesa

Propiedad	Und	Resultado
Peso específico de masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.529
Porcentaje de absorción	%	3.448

En la tabla 5, se obtuvo como resultados para la arena gruesa de la cantera Yapatera – Chulucanas, la densidad y porosidad obtenidos fueron de 2.529 gr/cm<sup>3</sup> y 3.448 % respectivamente.

### **Peso unitario y porcentaje de vacíos**

La densidad relativa unitario y % de vacíos de la arena gruesa se calculó según la norma ASTM C-29, los resultados se obtuvieron siguiendo el proceso que requiere la norma.

**Tabla 6**

Peso unitario y % de vacíos de la arena gruesa

Propiedad	Und	Resultado
Peso unitario suelto	(kg/cm <sup>3</sup> )	1471.96
Porcentaje de vacíos suelto	%	0.47
Peso unitario compactado	(kg/cm <sup>3</sup> )	1615.07
Porcentaje de vacíos compactado	%	0.42

En la Tabla 6, se obtuvo como resultados para la arena gruesa de la cantera Yapatera – Chulucanas, el peso unitario suelto 1471.96 kg/cm<sup>3</sup>, porcentaje de vacíos en muestra suelta 0.47%, peso unitario compactado 1614.07 kg/cm<sup>3</sup> y porcentaje de vacíos en muestra compactada 0.42 %.

### **Propiedades físicas del aserrín**

#### **Análisis granulométrico**

Se efectuó el estudio de la distribución de tamaños de partículas del agregado, siguiendo el método descrito en la norma ASTM D-422 y considerando los requisitos específicos de la norma NTP 399.610. Este análisis permitió obtener

una comprensión clara de la composición granulométrica del material empleado en el análisis.

**Tabla 7**

**Análisis granulométrico del aserrín**

Malla	% Retenido	% Que Pasa	Gradación	Módulo de
Pulg.	Acumulado	Acumulado		finieza
(mm)				
N° 4	0.00	100.00	100	
N° 8	12.70	95.80	95 - 100	
N° 16	46.00	80.40	70 - 100	
N°30	81.0	53.40	40 - 75	2.35
N° 50	81.5	26.30	10 - 35	
N° 100	51.9	9.00	2 - 15	
N° 200	19.5	2.50	0 - 5	

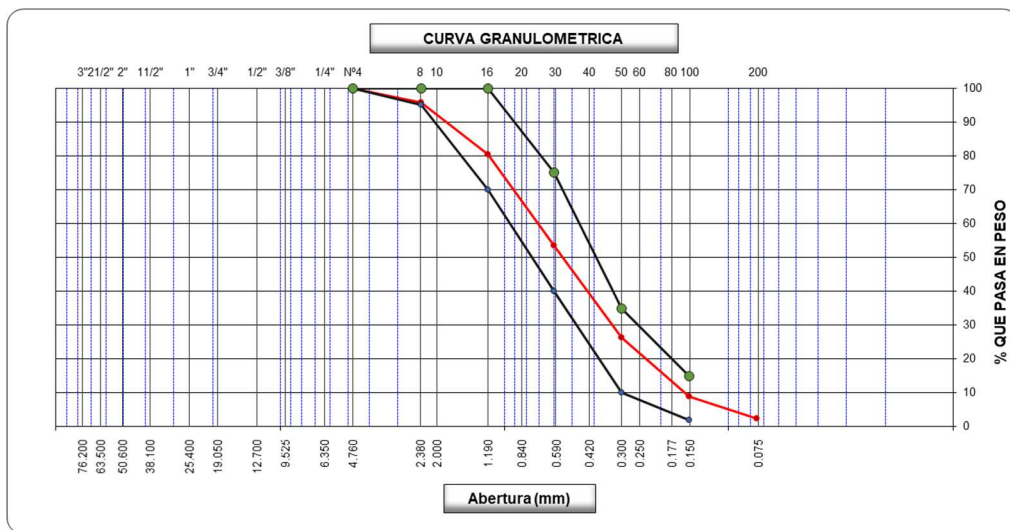


Figura 2. Curva granulométrica del aserrín

Se obtuvo como resultado que la distribución de las partículas del aserrín se encuentra dentro del rango permitido por la NTP NTP 399.610 y un módulo de fineza de 2.35.

## Contenido de humedad

Se efectuó el análisis de humedad su proceso acorde la norma ASTM 2216, cumpliendo con los requerimientos establecidos.

**Tabla 8**

### Porcentaje de humedad del aserrín

Descripción	M-1
Contenido de humedad promedio (%)	0.30

En la tabla 8, se obtuvo como resultados que para el aserrín utilizado como agregado, la humedad natural del agregado es de 0.300 %.

## Peso específico y absorción

Se determinaron la densidad y porosidad del aserrín siguiendo las normas ASTM C-127 y C-128, secuencialmente. Los resultados se obtuvieron mediante la implementación precisa del procedimiento establecido en estas normas, lo que garantiza la exactitud y confiabilidad de los resultados.

**Tabla 9**

### Peso específico y absorción del aserrín

Propiedad	Und	Resultado
Peso específico de masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.111
Porcentaje de absorción	%	13.636

En la tabla 9, se obtuvo como resultados para el aserrín el peso específico y absorción obtenidos fueron de 1.111 gr/ cm<sup>3</sup> y 13.636 % respectivamente.

## **Peso unitario y porcentaje de vacíos**

El peso unitario y % de vacíos del aserrín se determinó según la norma ASTM C-29, los resultados se obtuvieron siguiendo el proceso que requiere la norma.

**Tabla 10**

**Peso unitario y % de vacíos del aserrín**

Propiedad	Und	Resultado
Peso unitario suelto	(kg/cm <sup>3</sup> )	174.67
Porcentaje de vacíos suelto	%	0.87
Peso unitario compactado	(kg/cm <sup>3</sup> )	252.86
Porcentaje de vacíos compactado	%	0.81

En la Tabla 10, se obtuvo como resultados para el aserrín el peso unitario suelto 174.67 kg/cm<sup>3</sup>, porcentaje de vacíos en muestra suelta 0.87%, peso unitario compactado 252.86 kg/cm<sup>3</sup> y porcentaje de vacíos en muestra compactada 0.81 %.

## **Resultados del objetivo específico 2**

### **Diseño de mortero patrón (Cemento - Arena gruesa)**

El diseño de mortero patrón se realizó en base a una guía elaborada por el ing. Axel Francisco Martínez Nieto, los principales datos se tomaron de los ensayos y como datos conocidos, la relación agua/cemento = 0.67, equivalente a la proporción agua-cemento con resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup>, peso bolsa de cemento 42.5 kg, peso específico 2.94 kg/m<sup>3</sup> y peso unitario 1501 kg/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 11**

## Dosificación mortero patrón

En proporción al peso del cemento	Cemento	Arena Gruesa
	(kg)	(kg)
	1	3.41
En unidad de bolsa de cemento en volumen	Cemento	Arena Gruesa
	(medida cubica)	(medida cubica)
	1	3.47

En la tabla 11, se obtuvo la dosificación del mortero patrón (Cemento – Arena gruesa) donde en volumen es 1:3.47, dentro del rango de dosificación permitido por la norma E070 (RNE), y en peso es 1:3.41. esta dosificación se tomó como base para las variaciones con aserrín.

**Diseño de mortero con 5% de aserrín (Cemento - Arena gruesa - Aserrín)**

Del diseño de mortero patrón se realizó la modificación variando del 100% de arena gruesa como agregado a 95% de arena y 5% de aserrín, para la dosificación se tomaron los valores de los ensayos de caracterización, donde fueron fundamental el dato de absorción, este modifica la proporción agua-comentó sin perjudicar la fortaleza del mismo.

**Tabla 12**

## Dosificación mortero con 5% de aserrín

En proporción al peso del cemento	Cemento	Arena Gruesa	Aserrín
	(kg)	(kg)	(kg)
	1	3.24	0.07
En unidad de bolsa de cemento en volumen bolsa de cemento	Cemento	Arena Gruesa	Aserrín
	(medida cubica)	(medida cubica)	(medida cubica)
	1	3.29	0.17

En la tabla 12, se obtuvo la dosificación del mortero más 5% de aserrín (Cemento – Arena gruesa - Aserrín) donde en peso es 1:3.24:0.07 y en volumen es 1:3.29:0.17 respectivamente.

## Diseño de mortero con 10% de aserrín (Cemento - Arena gruesa - Aserrín)

Del diseño de mortero patrón se realizó la modificación variando del 100% de arena gruesa como agregado a 90% de arena y 10% de aserrín, para la dosificación se tomaron los valores de los ensayos de caracterización, donde fueron fundamental el dato de absorción, este modifica la proporción agua-cemento sin perjudicar la fortaleza del mismo.

**Tabla 13**

Dosificación mortero con 10% de aserrín

En proporción al peso del cemento	Cemento (kg)	Arena Gruesa (kg)	Aserrín (kg)
	1	3.07	0.14
En unidad de bolsa de cemento en volumen	Cemento (medida cubica)	Arena Gruesa (medida cubica)	Aserrín (medida cubica)
	1	3.12	0.35

En la tabla 13, se obtuvo la dosificación del mortero más 10% de aserrín (Cemento – Arena gruesa - Aserrín) donde en peso es 1:3.07:0.14 y en volumen es 1:3.12:0.35 respectivamente.

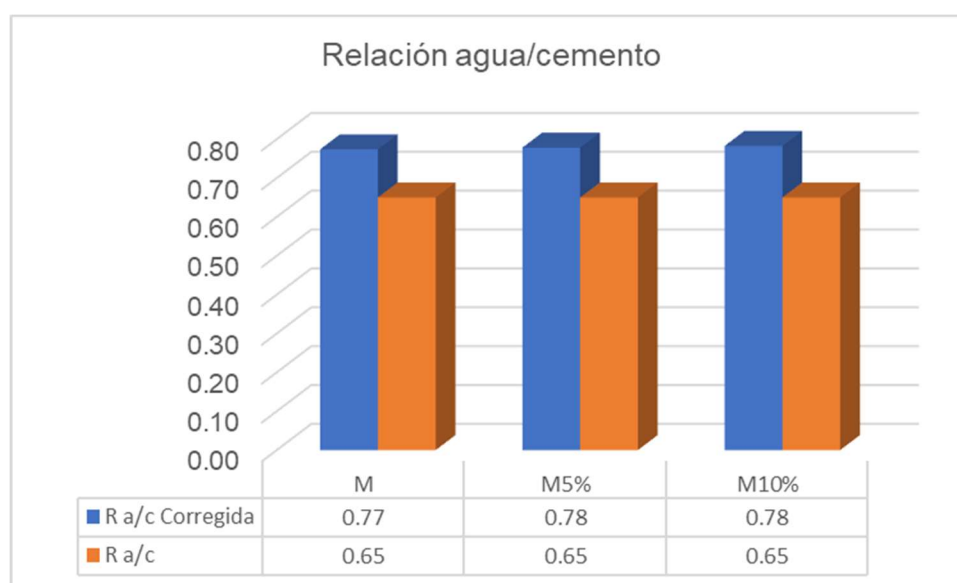


Figura 3. Gráfica de relación agua – cemento



En la figura 3, se obtuvieron datos arrojados por cada diseño que al modificar la dosificación del agua en función de la humedad natural y absorción de cada agregado este incremento. La relación a/c de diseño fue de 0.65, con la respectiva modificación por diseño de motero (M), mortero con 5%(M5%) y mortero con 10% (M10%), donde resulto una relación a/c corregida de 0.77, 0.78 y 0.78 respectivamente.

### **Resultados del objetivo específico 3**

#### **Resistencia del mortero estándar (Cemento - Arena gruesa)**

Se evaluó la prueba de resistencia del mortero según la norma vigente NTP 334.051, utilizando tres cubos de mortero por cada tiempo fraguado de 7, 14 y 28 días. Los cubos mencionados tenían una medida de 5 cm por cada lado, así como su elaboración se hizo en laboratorio con el proceso de compactado según de 3 capas a 25 golpes cada capa, con un tiempo de secado de 24 horas y posteriormente la colocación al proceso de curado.

**Tabla 14**

Dosificación para probetas tipo M

Agregados	Dosificación Mortero (kg/m <sup>3</sup> )	Dosificación para probetas (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento (kg)	433.00	0.511
Arena (kg)	1477.90	1.746
Agua (lts)	335.00	0.396

En la tabla 14, se obtuvo la dosificación en kg/m<sup>3</sup> para los cubos de 5 cm<sup>3</sup>, de donde se obtuvo como dosificaron para el mortero tipo M (mortero patrón) y considerando el 5% de desperdicio, se obtuvo 0.511 kg de cemento, 1.746 kg de arena gruesa y 0.386 lts de agua potable.

**Tabla 15**

Rotura a los 7 días mortero tipo M

Probeta	Lectura (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-3	3324	25.0	133
M-4	3181	25.0	127
M-7	3314	25.5	130

En la tabla 15, se obtuvo resultados de rotura a los 7 días de curado de 3 cubos para el diseño tipo M (mortero patrón), obteniendo una resistencia promedio de 74.3 % mayor a la resistencia esperada de 65% proyectada para ese tiempo de vida.

**Tabla 16**

Rotura a los 14 días mortero tipo M

Probeta	Lectura (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	4181	26.0	161
M-2	4201	25.5	165
M-9	4242	25.0	170

En la tabla 16, se obtuvo resultados de rotura a los 14 días de curado de 3 cubos para el diseño tipo M (mortero patrón), obteniendo una resistencia promedio de 94.3 %, mayor a la resistencia esperada de 90% proyectada para ese tiempo de vida.

**Tabla 17**

Rotura a los 28 días mortero tipo M

Probeta	Lectura (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	4854	25.5	190
M-2	4823	25.5	189
M-9	4895	25.0	196

En la tabla 17, se obtuvo resultados de rotura a los 28 días de endurecimiento de 3 cubos para el diseño tipo M (mortero referencia), obteniendo una resistencia promedio de 109.6 %, mayor a la resistencia esperada de 100% proyectada para ese tiempo de vida.

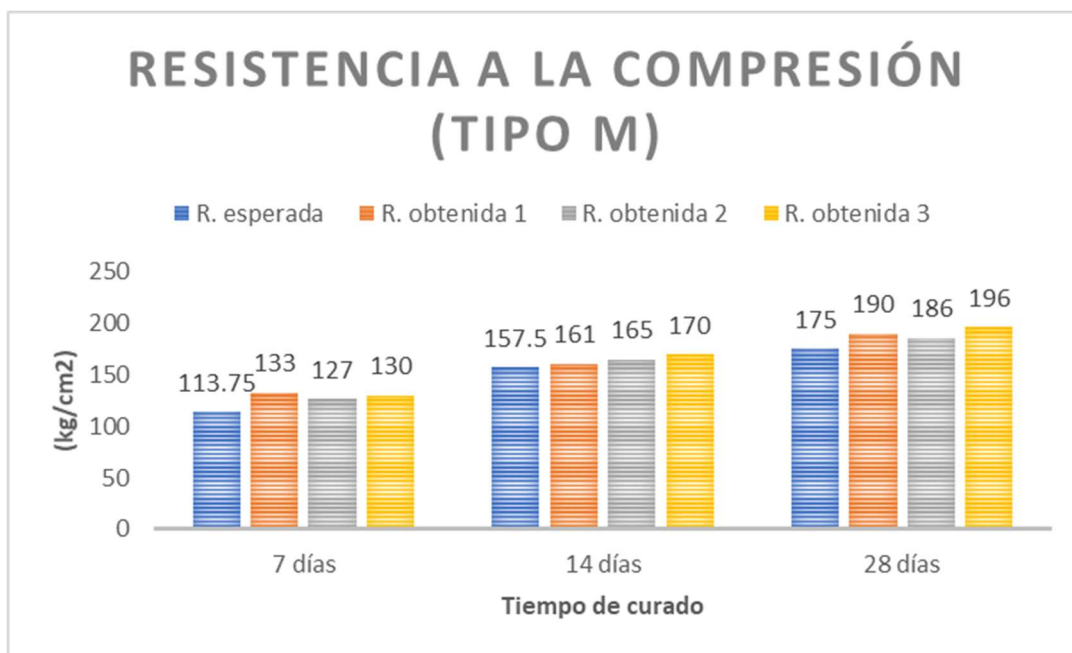


Figura 4. Gráfica de resistencia del mortero estándar

En la figura 4, El mortero de referencia (tipo M) logro un nivel de resistencia a la compresión media de 191.8 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, lo que supera la resistencia mínima esperada de 175 kg/cm<sup>2</sup> para ese período, demostrando un desempeño superior al anticipado.

#### **Resistencia del mortero con 5% aserrín (Cemento - Arena gruesa - Aserrín)**

Se evaluó la prueba de resistencia del mortero según la norma vigente NTP 334.051, con el mismo proceso de fabricación y curado del mortero patrón (tipo M5%).

**Tabla 18**

## Dosificación para probetas tipo M5%

Agregados	Dosificación Mortero (kg/m <sup>3</sup> )	Dosificación para probetas (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento (kg)	433.00	0.511
Arena (kg)	1404.00	1.658
Aserrín (kg)	31.40	0.037
Agua (lts)	336.90	0.398

En la tabla 18, se obtuvo la dosificación en kg/m<sup>3</sup> para los cubos de 5 cm<sup>3</sup>, de donde se obtuvo como dosificaron para el mortero tipo M5% (mortero con 5% de aserrín) y considerando el 5% de desperdicio, se obtuvo 0.511 kg de cemento, 1.658 kg de arena gruesa, 0.037 kg de aserrín y 0.398 lts de agua potable.

**Tabla 19**

## Rotura a los 7 días mortero tipo M5%

Probeta	Lectura (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
M5-5	3018	24.8	122
M5-2	3110	24.5	127
M5-6	3181	26.0	122

En la tabla 19, se obtuvo resultados de rotura a los 7 días de curado de 3 cubos para el diseño tipo M5% (mortero con 5% de aserrín), obteniendo una resistencia promedio de 70.7 % mayor a la resistencia esperada de 65% proyectada para ese tiempo de vida.

**Tabla 20**

## Rotura a los 14 días mortero tipo M5%

Probeta	Lectura (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
M5-4	4038	24.8	163
M5-8	3967	25.0	159
M5-9	4007	25.5	157

En la tabla 20, se obtuvo resultados de rotura a los 14 días de curado de 3 cubos para el diseño tipo M5% (mortero con 5% de aserrín), obteniendo una resistencia promedio de 91.2 %, mayor a la resistencia esperada de 90% proyectada para ese tiempo de vida.

**Tabla 21**

Rotura a los 28 días mortero tipo M5%

Probeta	Lectura (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	4415	25.0	177
M-3	4324	25.0	173
M-7	4436	25.0	177

En la tabla 21, se obtuvo resultados de rotura a los 28 días de curado de 3 cubos para el diseño tipo M5% (mortero con 5% de aserrín), obteniendo una resistencia promedio de 100.4 %, mayor a la resistencia esperada de 100% proyectada para ese tiempo de vida.

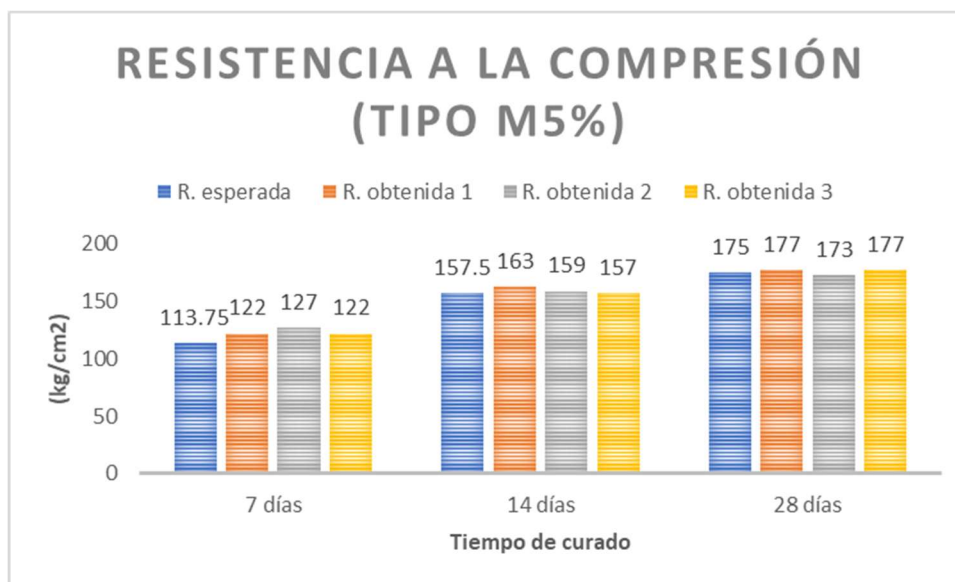


Figura 5. Gráfica de ensayo a la resistencia del mortero con 5% de aserrín

En la figura 5, El mortero con 5% de aserrín (tipo M5%) alcanzó una resistencia a la compresión promedio de 175.7 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, superando ligeramente la

resistencia mínima esperada de 175 kg/cm<sup>2</sup> para ese período, lo que indica un desempeño satisfactorio y una mejora leve respecto a la resistencia objetivo.

### **Resistencia del mortero con 10% aserrín (Cemento - Arena gruesa - Aserrín)**

Se determinó la prueba de resistencia del mortero según la norma vigente NTP 334.051, con el mismo proceso de fabricación y curado del mortero patrón (Tipo M10%).

**Tabla 22**

Dosificación para probetas tipo M10%

Agregados	Dosificación Mortero (kg/m <sup>3</sup> )	Dosificación para probetas (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento (kg)	433.00	0.511
Arena (kg)	1330.10	1.571
Aserrín (kg)	62.70	0.074
Agua (lts)	338.80	0.400

En la tabla 22, se obtuvo la dosificación en kg/m<sup>3</sup> para los cubos de 5 cm<sup>3</sup>, de donde se obtuvo como dosificaron para el mortero tipo M10% (mortero con 10% de aserrín) y considerando el 5% de desperdicio, se obtuvo 0.511 kg de cemento, 1.571 kg de arena gruesa, 0.074 kg de aserrín y 0.400 lts de agua potable.

**Tabla 23**

Rotura a los 7 días mortero tipo M10%

Probeta	Lectura (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
M10-1	2733	25.5	107
M10-4	2743	25.0	110
M10-9	2743	26.0	105

En la tabla 23, se obtuvo resultados de rotura a los 7 días de curado de 3 cubos para el diseño tipo M10% (mortero con 10% de aserrín), obteniendo una resistencia promedio de 61.4 % menor a la resistencia esperada de 65% proyectada para ese tiempo de vida.

**Tabla 24**

Rotura a los 14 días mortero tipo M10%

Probeta	Lectura (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
M10-3	3722	25.3	147
M10-6	3885	25.8	151
M10-8	3824	25.0	153

En la tabla 24, se obtuvo resultados de rotura a los 14 días de curado de 3 cubos para el diseño tipo M10% (mortero con 10% de aserrín), obteniendo una resistencia promedio de 85.9 %, menor a la resistencia esperada de 90% proyectada para ese tiempo de vida.

**Tabla 25**

Rotura a los 28 días mortero tipo M10%

Probeta	Lectura (kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
M10-2	4099	25.3	162
M10-5	4038	25.8	157
M10-7	3977	25.0	159

En la tabla 25, se obtuvo resultados de rotura a los 28 días de curado de 3 cubos para el diseño tipo M10% (mortero con 10% de aserrín), obteniendo una resistencia promedio de 91.1 %, menor a la resistencia esperada de 100% proyectada para ese tiempo de vida.

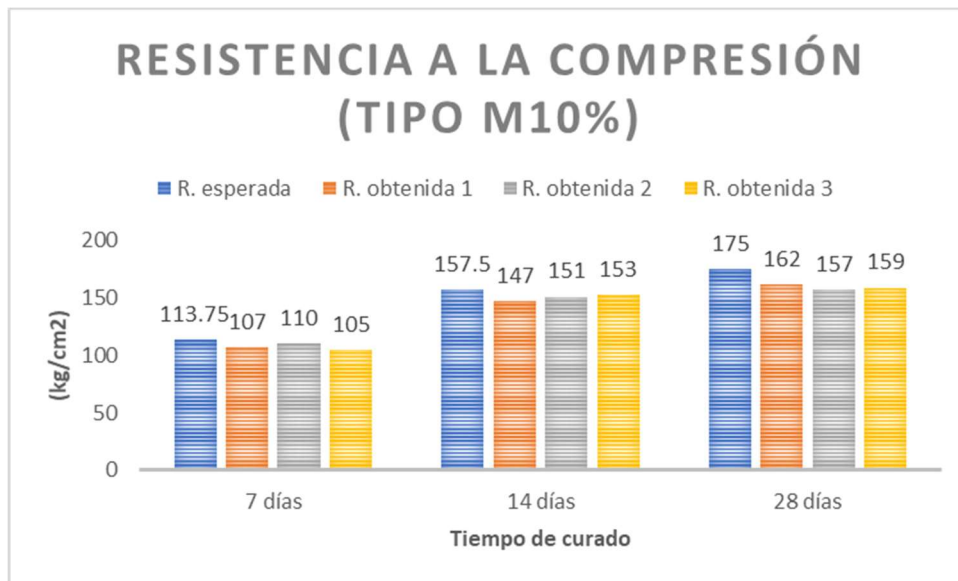


Figura 6. Gráfica de ensayo a la resistencia del mortero con 10% de aserrín.

En la figura 6, El mortero con 10% de aserrín (tipo M10%) logro un nivel de resistencia a la compresión media de 159.4 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, donde se quedó ligeramente por debajo de la resistencia mínima esperada de 175 kg/cm<sup>2</sup> para ese período, lo que indica un desempeño satisfactorio y una mejora leve respecto a la resistencia objetivo.

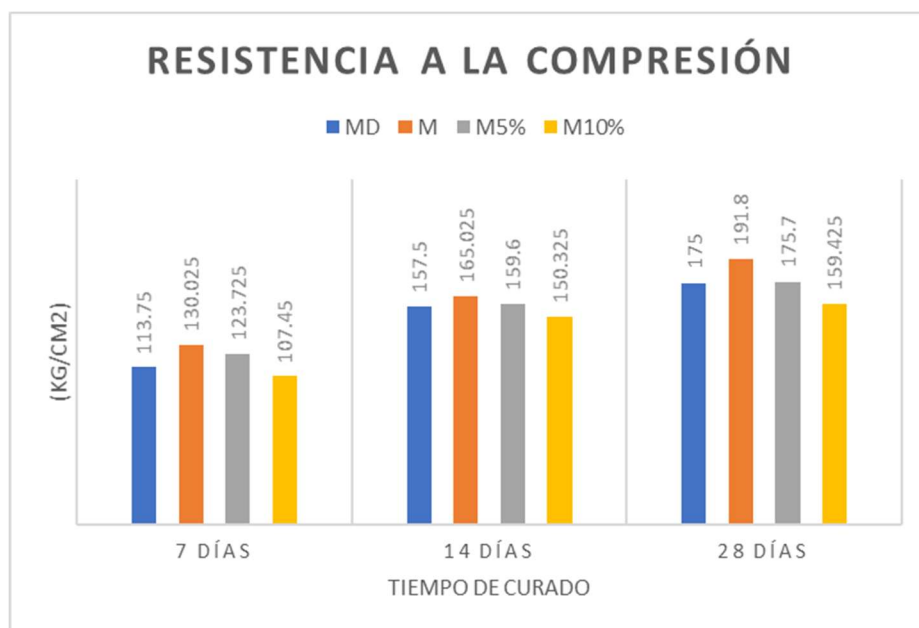


Figura 7. Gráfico de las resistencias de todos los diseños de mortero



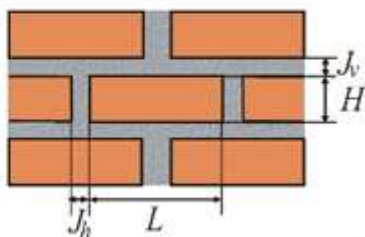
En la figura 7, Se evaluaron las resistencias para un diseño de mezcla 1:3.45, obteniendo los siguientes resultados: el mortero patrón alcanzó una solidez al día 28 de 191.8 kg/cm<sup>2</sup>, superando la solidez objetivo de 175 kg/cm<sup>2</sup>; el mortero con 5% de aserrín logró una solidez de 175.7 kg/cm<sup>2</sup> al día 28, también superando la resistencia esperada; sin embargo, el mortero con 10% de aserrín obtuvo una resistencia de 159.42 kg/cm<sup>2</sup> al día 28, sin alcanzar la solidez mínima esperada de 175 kg/cm<sup>2</sup> para el diseño.

#### Resultados con respecto al objetivo específico 4

en este objetivo se determinó el costo beneficio del mortero patrón (tipo M) con los morteros con aserrín de 5% (tipo M5%) y 10%(tipo M10%), para ello tomo como referencia el proceso de estimación de costo por unidad de la partida “Muro de albañilería – Soga”, (costo y presupuesto de edificaciones, Capeco). Para la obtención de que cantidad de ladrillo hay por cada metro cuadrado de pared se utilizó la expresión matemática de la figura 8 y se utilizó la fórmula para calcular el volumen de un mortero, figura 9.

$$CL = \frac{1}{(L + J_h) \times (H + J_v)}$$

*CL = cantidad de ladrillos por m<sup>2</sup>*  
*L = longitud de ladrillo (m)*  
*J<sub>h</sub> = espesor junta horizontal (m)*  
*H = altura del ladrillo (m)*  
*J<sub>v</sub> = espesor junta vertical (m)*



El diagrama muestra un muro de ladrillo con un patrón de soga. Se indican las dimensiones: L es la longitud de un ladrillo, H es la altura de un ladrillo, J<sub>h</sub> es el espesor de la junta horizontal y J<sub>v</sub> es el espesor de la junta vertical. El muro está formado por tres filas de ladrillos, con juntas horizontales y verticales que crean huecos en el patrón.

Figura 8, Formula para determinar la cantidad de ladrillo en m<sup>2</sup> de muro

En la figura 8, se obtuvo que para un metro cuadrado de muro de soga utilizando un ladrillo King Kong con 18 huecos 9x23x12.5 cm la cantidad es de 39 unidades, se consideró el 5% de desperdicio obteniendo la cantidad de 41 unidades por m<sup>2</sup>.

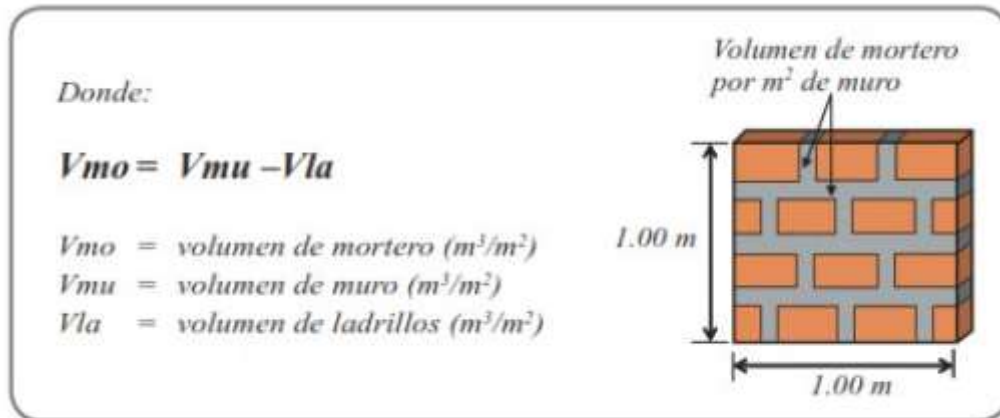


Figura 9, Formula para calcular el volumen de mortero de un muro por metro cuadrado

En la figura 9, se obtuvo que para 1  $m^2$  de muro de soga el volumen de mortero es de 0.0244  $m^3$  de mortero, se consideró el 5% de desperdicio quedando como volumen de mortero 0.026  $m^3$ .

Proporción	Relación a/c	Cantidad de materiales por $m^3$ de Mortero *		
		Cemento (bolsa)	Arena ( $m^3$ )	Agua (litros)
1 : 1	0,29	23,2	0,66	286
1 : 2	0,43	15,2	0,86	277
1 : 3	0,57	11,2	0,96	272
1 : 4	0,72	8,9	1,00	272
1 : 5	0,85	7,4	1,05	268
1 : 6	1,00	6,3	1,07	269
1 : 7	1,14	5,5	1,10	267
1 : 8	1,29	4,9	1,11	268

\* No se considera porcentaje de desperdicios.

Figura 10, Tabla de cantidad de materiales según la proporción

En la figura 10, se obtuvo de la cantidad de materiales para 1  $m^3$  de mortero, se interpoló la proporción 1 : 3.47 (dosificación de diseño patrón) en base a la proporción de la figura 10 de donde se obtuvo que para 0.026  $m^3$  de mortero se va

a utilizar 0.2594 bolsas con cemento, 0.0251 m3 arena gruesa y 0.0070 m3 agua potable libre de impureza.

### Análisis de costo unitario para 1 m2 de muro portante con el mortero patrón (tipo M)

**Tabla 26**

#### Análisis de costo unitario para mortero tipo M

Muro de albañilería – Soga 1:3.47							
Rendimiento	m2/DIA	MO:	9.0000	EQ:	9.0000	Costo unitario por m2:	59.81
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de obra						
	Operario	hh	0.9000	0.8000	14.45	11.56	
	Peón	hh	0.5000	0.4444	10.36	4.61	
							<b>16.16</b>
	Materiales						
	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bol		0.2594	22.90	5.94	
	Ladrillo King Kong 18 huecos 9x23x12.5 cm	Und		41.0000	0.88	36.08	
	Arena Gruesa	m3		0.0251	45.00	1.13	
	Agua	m3		0.0070	2.35	0.02	
							<b>43.17</b>
	Equipos y Herramientas						
	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	16.16	0.48	
							<b>0.48</b>

En la tabla 26, se obtuvo que para 1 metro cuadrado en muro de albañilería con mortero patrón 1:3.47 el costo es de S/. 59.81 soles por m2

### Análisis de costo unitario para 1 m2 de muro portante con el mortero con 5% de aserrín (tipo M5%)

**Tabla 27**

#### Análisis de costo unitario para mortero tipo M5%

Muro de albañilería – Soga 1:3.47							
Rendimiento	m2/DIA	MO:	9.0000	EQ:	9.0000	Costo unitario por m2:	59.76

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
	Operario	hh	0.9000	0.8000	14.45	11.56
	Peón	hh	0.5000	0.4444	10.36	4.61
						<b>16.16</b>
Materiales						
	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bol		0.2594	22.90	5.94
	Ladrillo King Kong 18 huecos 9x23x12.5 cm	Und		41.0000	0.88	36.08
	Arena Gruesa	m3		0.0238	45.00	1.07
	Aserrín	m3		0.0013	0.00	0.00
	Agua	m3		0.0070	2.35	0.02
						<b>43.11</b>
Equipos y Herramientas						
	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	16.16	0.48
						<b>0.48</b>

En la tabla 27 se obtuvo que para 1 metro cuadrado en muro de albañilería con mortero de 5% aserrín, el costo es de S/. 59.76 soles por m2.

### **Análisis de costo unitario para 1 m2 de muro portante con el mortero con 10% de aserrín (tipo M10%)**

**Tabla 28**

#### **Análisis de costo unitario para mortero tipo M10%**

Muro de albañilería – Soga 1:3.47						
Rendimiento	m2/DIA	MO:	9.0000	EQ:	9.0000	Costo unitario por m2:
						59.76
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
	Operario	hh	0.9000	0.8000	14.45	11.56
	Peón	hh	0.5000	0.4444	10.36	4.61
						<b>16.16</b>
Materiales						
	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bol		0.2594	22.90	5.94
	Ladrillo King Kong 18 huecos 9x23x12.5 cm	Und		41.0000	0.88	36.08
	Arena Gruesa	m3		0.0226	45.00	1.02
	Aserrín	m3		0.0025	0.00	0.00
	Agua	m3		0.0070	2.35	0.02
						<b>43.05</b>

Equipos y Herramientas					
Herramientas Manuales	%MO	3.0000	16.16	0.48	<b>0.48</b>

En la tabla 28 se obtuvo que para 1 m2 de muro de albañilería con el mortero con 10% de aserrín el costo es de S/. 59.70 soles por m2.

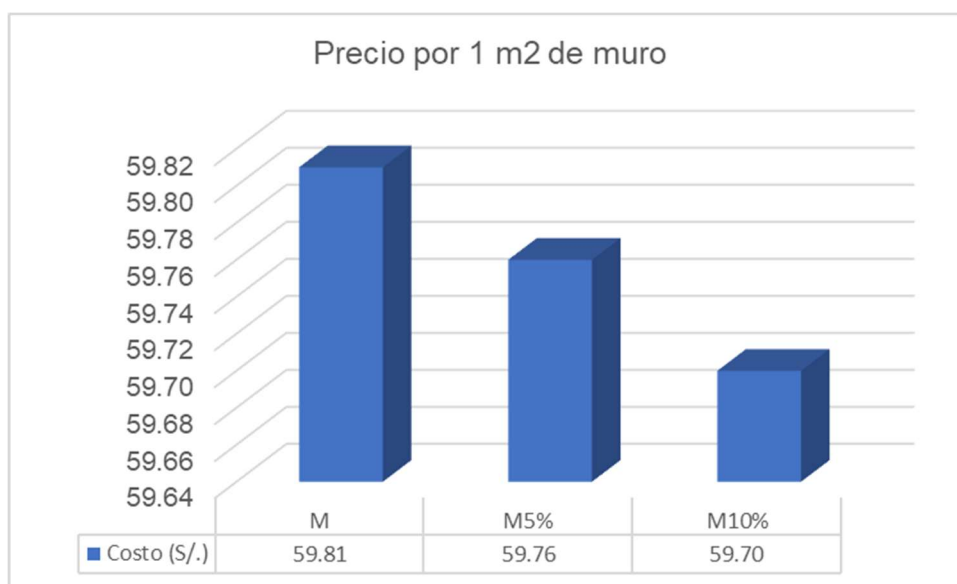


Figura 11, Precio por m2 de muro para cada dosificación

En la figura 11, se obtuvo la diferencia en precios con relación al mortero patrón estableció que el mortero con 5% de aserrín es más accesible en costo y beneficio.

#### IV. DISCUSIÓN

La incorporación del aserrín como agregado alternativo en morteros reveló variaciones significativas en los resultados, impactando la relación agua-cemento, la resistencia, el peso y el costo. Se encontró que el aserrín cumple con los parámetros mínimos requeridos por la NTP 399.607, con una granulometría adecuada y un módulo de fineza de 2.35, similar al de la arena gruesa de Yapatera. Sin embargo, la humedad natural del aserrín es ligeramente menor, pero su porcentaje de absorción es significativamente mayor, lo que afecta la proporción agua-cemento y su efecto en la solidez del mortero.

Estos resultados son congruentes con los hallazgos de Nanayakkara y Xia (2019), quienes encontraron que el aserrín aumenta la propiedad de absorción en un 10% para el mortero patrón, donde concluyo que el aserrín en mortero trae desventajas; sin embargo, sigue manteniendo propiedades mecánicas razonables.

El diseño de la investigación consistió en una dosificación de 1:3.47, que se encuentra dentro del rango recomendado para morteros de muros portantes (1:3 a 1:3.5). Los datos obtenidos de la medición de resistencia a la compresión para el mortero patrón fueron de 18.81 MPa, superando la solidez esperada de 17.16 MPa. Se probaron dos variaciones de remplazo de arena gruesa con aserrín (5% y 10%) obteniendo resistencias de 17.23 MPa y 16.68 MPa respectivamente. Esto demuestra que a los 28 días de curado, el mortero con aserrín alcanza la resistencia esperada, aunque la resistencia disminuye con el incremento de aserrín en el mortero.

Estos resultados son consistentes con los de Abhaham Mwangi (2019), quien definió como variaciones para el uso del aserrín de 25%, 50%, 75% y 100% como remplazo de la arena. Donde obtuvo que la resistencia a los 28 días de curado según las proposiciones de aserrín fueron 12.13 MPa, 9.15 MPa, 4.66 MPa y 3.37 MPa respectivamente, estableciendo que el aserrín puede usarse potencialmente

como agregado de la producción de concreto liviano. Notando la similitud en reducción de la resistencia al aumento de porcentaje de aserrín en el mortero.

Para los resultados de D. Shanmuga, N. Sakthieswaran y O. Ganesh (2020), en su investigación realizaron estudio experimental sobre mortero variando el aserrín y GGBS. Usando 0%, 5%, 10%, 15% y 20%, donde concluyeron que el remplazo del 10% de GGBS y un 5% de remplazo de aserrín en la mezcla aumenta la resistencia del mortero, obteniendo que después de los 28 días de curado la resistencia es alta en contraste con la mezcla habitual. Determinando que el uso del 5% de aserrín en un mortero mantiene los atributos del mortero convencional, confirmando los datos obtenidos de esta investigación de donde se obtuvo que la resistencia del mortero con 5% de aserrín mantiene la resistencia de 17.23 MPa en comparación con la esperada de 17.16 MPa, dejando como mejor opción de diseño para mortero con aserrín la dosificación con el 5%.

Según los resultados de Choez Abata (2023), en su investigación diseño un bloque de mampostería con adición de aserrín llegaron a la conclusión que con 2% y 4% de aserrín en el bloque cumple con la resistencia a compresión que es de 1.7 MPa resistencia mínima exigida por NTE INEN 6033 para un bloque Tipo C. en comparación con esta investigas se puede respaldar que con porcentajes menos con aserrín el diseño cumple las resistencia que exige la norma, el mortero con el 5% de aserrín cumple la resistencia mínima de 17.16 MPa para una dosificación de 1:3.47, dejando como porcentaje óptimo para el diseño de mortero con aserrín.

Para el factor costo beneficio del mortero con aserrín se obtuvo como resultado que para un mortero convencional el costo por m<sup>2</sup> es de S/. 59.81 soles, para un mortero con 5% de aserrín el costo es de S/. 59.76 soles y para un mortero con 10% de aserrín el costo es de S/. 59.70 soles, concluyendo que el mortero con 5% y 10% de aserrín los costos por m<sup>2</sup> de muro son menores a m<sup>2</sup> de muro con mortero convencional.

Según D. Shanmuga, N. Sakthieswaran y O. Ganesh (2020), concluyeron que para un mortero de 1:4 con la adición de aserrín en 0%, 5%, 10%, 15% y 20% se

obtienen bajos costos en los materiales en comparación con el mortero convencional. Por otro lado, Choez Abata (2023), en su investigación demostró que para la fabricación de bloques de mampostería de 40x20x7 cm tiene un costo para el 2% de \$0,54 y para el bloque de 4% de \$0,68, costos menores a la fabricación de bloques de mampostería convencional.

Esta similitud en reducción de costo con uso de aserrín se debe a que el aserrín es un agregado alternativo de cero costos, valor que permite obtener menos diferencia de costo en comparación con el uso de arena gruesa al 100%, cabe destacar que la mejor opción para esta investigación en base al costo y beneficio es la de 10% por el costo mas bajo, pero se debe tener en consideración la factor resistencia el cual demostró que el 5% es la mejor opción por tener un costo menor al costo de mortero convencional con 100% de arena gruesa.



## V. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el estudio y analizados los resultados obtenidos en relación con las cualidades de los agregados, la solidez a la compresión y el análisis costo-beneficio del uso de aserrín en mortero, se derivaron las siguientes conclusiones generales

Para el primer objetivo específico se concluyó que las características del aserrín son proporcionales a las características de la arena gruesa donde el % de absorción fue un factor importante que permite aceptar al aserrín como agregado alternativo para el diseño de mortero en uso de muro portantes. El aserrín en primera instancia cumplió con la granulometría y mantuvo un módulo de fineza aceptable.

Para el segundo objetivo específico se llegó a la conclusión que para la arena de la cantera de Yapatera la dosificación obtenida para un mortero fue de 1:3.47, agregando las variaciones en aserrín de 5% y 10%, en base al 100% de arena gruesa del mortero. La cantidad de agua por m<sup>3</sup> y su relación agua-cemento fueron afectados por estas variaciones.

Para el tercer objetivo específico se concluyó que los mortero con aserrín en 5% y 10%, la resistencia es menor a la del mortero patrón a pesar de agregar un 5% de aserrín al mortero, su resistencia es de 17.23 MPa está por encima de la esperada para la dosificación de 1:3.47 donde su resistencia es de 17.16 MPa, la adición de 10% de aserrín en mortero cuya resistencia fue de 16.68 MPa, resistencia aceptable pero esta no cumple con la resistencia esperada para la dosificación 1:3.57, dejando como única opción admisible la variación con 5% de aserrín.

Para el cuarto objetivo específico se llegó a la conclusión que la adición del aserrín como agregado alternativo reduce el costo en su producción para 1 m<sup>2</sup> de muro comparado con los costos de morteros patrón, para los morteros con 5% y 10% de aserrín sus costos por m<sup>2</sup> fueron de S/. 59.76 soles y S/. 59.70 soles respectivamente, costos que están por debajo del costo del mortero patrón que fue de S/. 59.81 soles.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Acorde con los resultados obtenidos en el desarrollo de cada objetivo, se proponen las siguientes recomendaciones con el afán de mejorar la implementación del aserrín como agregado alternativo.

Para optimizar las propiedades del aserrín como agregado, es recomendable seguir el proceso propuesto por Nanayakkara y Xia (2019), que implica hervir el aserrín con una solución de sodio al 2% durante 2 horas y luego lavarlo con agua hirviendo durante 30 minutos, lo que conduce a mejoras significativas en las propiedades mecánicas y aumenta su capacidad de absorción, permitiendo reemplazar hasta un 30% de arena gruesa con aserrín.

Para cumplir con la resistencia mínima esperada en cada diseño, es fundamental preservar la relación agua-cemento inicial, lo que conlleva aumentar la cantidad de cemento en proporción al incremento del agua absorbida por el aserrín, influenciada por su porcentaje de absorción.

Para implementar el aserrín como agregado alternativo en morteros, se recomienda iniciar con su estudio en morteros de tarrajeo, ya que el aserrín satisface los parámetros granulométricos y de módulo de fineza necesarios, y su aplicación en este tipo de morteros es más factible y menos exigente que en morteros para asentado de ladrillo.

## REFERENCIAS

Abdulhameed, A. A., Hason, M. M., Sharba, A. A. K., Hanoon, A. N., Amran, M., Magbool, H. M., & Gamil, Y. (2023). Experimental and environmental investigations of the impacts of wood sawdust on the performance of reinforced concrete composite beams. *Case Studies in Construction Materials*, 19(e02550), e02550. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02550>

Assiamah, S., Agyeman, S., Adinkrah-Appiah, K., & Danso, H. (2022). Utilization of sawdust ash as cement replacement for landcrete interlocking blocks production and mortarless construction. *Case Studies in Construction Materials*, 16(e00945), e00945. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00945>

Cabrera, C., & Cesar, P. (2020). Determinación del comportamiento mecánico del concreto con adición de aserrín. Universidad Privada Antenor Orrego. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/6644>

Capeco (2020) Costo y presupuesto de edificaciones, Lima – Perú, 375 pg <https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/Costos-y-Presupuestos-en-Edificacion-CAPECO.pdf>

Choez Abata Cristhian Rubén(2023) “Diseño de bloques de mampostería con adición porcentual de aserrín para mejorar sus características mecánicas.”. Jijijapa-Unesum. Facultad de Ciencias Técnicas. 105 Pg <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5249>

Elahi, T. E., Shahriar, A. R., Alam, M. K., & Abedin, M. Z. (2020). Effectiveness of saw dust ash and cement for fabrication of compressed stabilized earth blocks. *Construction and Building Materials*, 259(120568), 120568. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120568>

E.070 ALBAÑILERÍA (2020) Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima – Perú, 55 pg <https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>

Limami, H., Manssouri, I., Noureddine, O., Erba, S., Sahbi, H., & Khaldoun, A. (2023). Effect of reinforced recycled sawdust-fibers additive on the performance of ecological compressed earth bricks. *Journal of Building Engineering*, 68(106140), 106140. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106140>

Mwango, A. y Kambole, C. (2019) Características de ingeniería y posible aumento de la utilización de compuestos de aserrín en la construcción: una revisión. *Revista de investigación sobre planificación y construcción de edificios* , 7 , 59-88. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=95079>

Nanayakkara, O., & Xia, J. (2019). Mechanical and physical properties of mortar of partially replaced fine aggregates with sawdust. *Academic Journal of Civil Engineering*, 37(2), 308-313. <https://doi.org/10.26168/icbbm2019.44>

NietoSeguir, A. M. (s/f). Diseño de mezcla de mortero en 6 pasos. SlideShare. Recuperado el 2 de julio de 2024, de <https://es.slideshare.net/slideshow/diseo-de-mezcla-de-mortero-simple/63279104>

NTP 399.610. (s/f). Scribd. Recuperado el 2 de julio de 2024, de <https://es.scribd.com/document/674751069/NTP-399-610>

RomeroSeguir, C. (s/f). ntp 399.607 2018. SlideShare. Recuperado el 2 de julio de 2024, de <https://es.slideshare.net/slideshow/ntp-399607-2018/242540241>

Shanmuga Priya, D., Sakthieswaran, N., & Ganesh Babu, O. (2021). Experimental study on mortar as partial replacement using sawdust powder and GGBS. *Materials Today: Proceedings*, 37, 1051–1055. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.292>

Zou, S., Li, H., Wang, S., Jiang, R., Zou, J., Zhang, X., Liu, L., & Zhang, G. (2020). Experimental research on an innovative sawdust biomass-based insulation material for buildings. *Journal of Cleaner Production*, 260(121029), 121029. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121029>

## ANEXOS



### Anexo 1

*Tabla de operacionalización de variables*

Variable	Def. conceptual	Dimensiones	Def. Operacional	Indicadores	Escala	
Independiente	Uso de aserrín	el aserrín composición química es un 2% de nitrógeno (N), un 6% de hidrogeno (H), 42% de oxígeno (O) y un 50% de carbono © (Cigüeñas Cabrera, 2020).	El aserrín como agregado	Se estableció que el aserrín modifica la propiedades físicas y mecánicas del mortero, en resistencia, trabajabilidad	los ensayos para determinar las características físicas y mecánicas con respecto a su uso como agregado para mortero	Razón
Dependiente	Diseño de mezcla para mortero	el mortero está constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añade la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación de agregados (Reglamento Nacional de Edificaciones "E.070 albañilería").	la determinación del porcentaje optimo, el ensayo a la resistencia de cada variación de porcentaje y el análisis de costo y beneficio en 1 m2 de muro con el mortero resultante	se estableció agregando la variación de aserrín al mortero con respecto al agregado para obtención de resultados de resistencia de mortero.	Diseño de mortero patrón, mortero con 5% de aserrín y mortero con 10% de aserrín  Ensayo de resistencia a la compresión del bloque (probetas)  Análisis costo beneficio	Razón

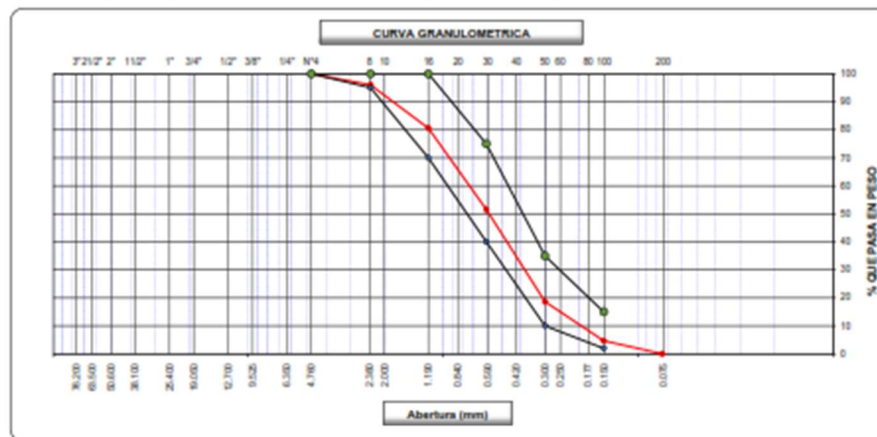
## Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

### Ensayo de granulometría – Arena gruesa

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)	 <b>LMS</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO	: DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASEFIN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024	
CANTERA	: YAPATERA	
MUESTRA	: ARENA GRUESA	
SOLICITA	: JEAN CARLOS MONTEJO CALLE	
ING. RESP.	: MARTIN NAVARRO GARCIA	
FECHA	: 12/04/2024	



  

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Arena - Concreto	Descripción
5"	127.000						<b>1. Peso de Material</b>
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) <span style="float: right;">500</span>
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) <span style="float: right;">500.0</span>
2 1/2"	60.300						<b>2. Características</b>
2"	50.800						Tamaño Máximo
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal
1"	25.400						Grava (%) <span style="float: right;">100.0</span>
3/4"	19.000						Areña (%) <span style="float: right;">0.0</span>
1/2"	12.700						Fines (%) <span style="float: right;">2.49</span>
3/8"	9.500						Modulo de Fineza (%) <span style="float: right;">100</span>
1/4"	6.300						<b>3. Clasificación</b>
N° 4	4.750				100.0	100	Límite Líquido (%) <span style="float: right;">41</span>
N° 8	2.300	19.7	3.9	3.9	96.1	95	Límite Plástico (%) <span style="float: right;">23</span>
N° 10	2.000						Índice de Plasticidad (%) <span style="float: right;">18</span>
N° 16	1.190	77.3	15.5	19.4	80.6	79	Clasificación SUCS <span style="float: right;">SP-SC</span>
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO <span style="float: right;">A-7-6 (10)</span>
N° 30	0.600	94.5	29.1	48.5	51.5	48	
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	99.4	32.9	81.4	18.6	18	
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	99.7	13.9	95.3	4.7	2	
N° 200	0.075	23.4	4.7	100.0		5	
Pasante		0.8					



  
**MARTIN NAVARRO GARCIA**  
 Ingeniero Civil  
 Jefe de Laboratorio de Suelos

## Ensayo de contenido de humedad – Arena gruesa



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (MTC E-108 / ASTM D-2216)	 <b>LMS</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO	: DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRIN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024	
CANTERA	: YAPATERA	
MUESTRA	: ARENA GRUESA	
SOLICITA	: JEAN CARLOS MONTEJO CALLE	
ING. RESP.	: MARTIN NAVARRO GARCIA	FECHA : 12/04/2024

### 1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	690.0	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1190.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1185.0	
Peso del agua contenida (gr)	2.0	
Peso de la muestra seca (gr)	495.0	
Contenido de Humedad (%)	0.4	
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.4	

  
MARTIN NAVARRO GARCIA  
Ingeniero Civil  
Jefe de Laboratorio de Suelos

## Ensayo de gravedad especifica y absorcion – Arena gruesa

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y</b>  <b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN</b> (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)	 <b>LMS</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS <small>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</small>
<b>PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRIN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024</b>		
<b>CANTERA : YAPATERA</b>		
<b>MUESTRA : ARENA GRUESA</b>		
<b>SOLICITA : JEAN CARLOS MONTEJO CALLE</b>		
<b>ING. RESP. : MARTIN NAVARRO GARCIA</b>		<b>FECHA : 12/04/2024</b>

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sól. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	gr.	300.0	300.0	300.0	
2	Peso Frasco + agua	gr.	655.0	655.0	655.0	
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	955.0	955.0	955.0	
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	843.0	844.0	843.0	
5	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	gr.	115.0	114.0	115.0	
6	Pa. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	290.0	290.0	290.0	
7	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)		105.0	104.0	105.0	



RESULTADOS						PROMEDIO
8	Pe bulk ( Base seca ) = F/E		2.522	2.544	2.522	2.529
9	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E		2.609	2.632	2.609	2.616
10	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G		2.762	2.785	2.762	2.771
11	% de absorción = ((A - F)/F)*100		3.445	3.445	3.445	3.445

**OBSERVACIONES :**

  
**MARTIN NAVARRO GARCIA**  
 Ingeniero Civil  
 Jefe de Laboratorio de Suelos





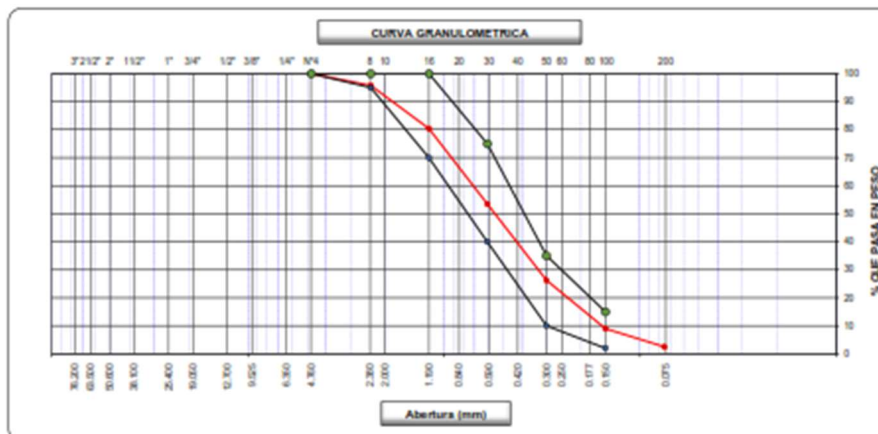
## Ensayo de peso unitario y vacios – Arena gruesa

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS <b>PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS ACREGADOS</b> (MTC E-205 / ASTM C-29)	 <b>LMS</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DE MATERIALES			
PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRIN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PUURA, PUURA 2024					
CANTERA : YAPATERA					
MUESTRA : ARENA GRUESA					
SOLICITA : JEAN CARLOS MONTEJO CALLE					
ING. RESP. : MARTIN NAVARRO GARCIA		FECHA : 12/04/2024			
<b><u>PESO UNITARIO COMPACTA</u></b>					
	UND.	1	2	3	PROM.
Peso del Molde	Kg	5.978	5.978	5.978	
Peso del Molde + A. Puro (Compacto 25 golpes)	Kg	7.475	7.482	7.480	
Diámetro del Molde	cm	10.10	10.10	10.10	
Altura del Molde	cm	11.80	11.80	11.80	
Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0.00093	0.00093	0.00093	
Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	kg/m <sup>3</sup>	1610.76	1618.29	1616.14	1615.07
<b><u>% DE VACIOS</u></b>					
	UND.	1	2	3	PROM.
Peso Especifico Aparente Según los Procedimientos MTC E-205	g/cm <sup>3</sup>	2.7708	2.7708	2.7708	
Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	kg/m <sup>3</sup>	1610.76	1618.29	1616.14	
Peso Unitario del Agua	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000	1000	
% vacios	%	0.42	0.42	0.42	0.42
<b><u>PESO UNITARIO SUELTA</u></b>					
	UND.	1	2	3	PROM.
Peso del Molde	Kg	5.978	5.978	5.978	
Peso del Molde + A. Puro	Kg	7.349	7.345	7.343	
Diámetro del Molde	cm	10.10	10.10	10.10	
Altura del Molde	cm	11.80	11.80	11.80	
Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0.00093	0.00093	0.00093	
Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	kg/m <sup>3</sup>	1475.19	1471.96	1468.73	1471.96
<b><u>% DE VACIOS</u></b>					
	UND.	1	2	3	PROM.
Peso Especifico Aparente Según los Procedimientos MTC E-205	g/cm <sup>3</sup>	2.77	2.77	2.77	
Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	kg/m <sup>3</sup>	1475.19	1471.96	1468.73	
Peso Unitario del Agua	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000	1000	
% vacios	%	0.47	0.47	0.47	0.47
OBSERVACIONES: _____					
_____					
_____					



  
 MARTIN NAVARRO GARCIA  
 Ingeniero Civil  
 Jefe de Laboratorio de Suelos

# Ensayo de granulometría – Aserrín

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)						
<b>PROYECTO</b> : DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRÍN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024							
<b>CANTERA</b> : YAPATERA							
<b>MUESTRA</b> : ASERRÍN							
<b>SOLICITA</b> : JEAN CARLOS MONTEJO CALLE							
<b>ING. RESP.</b> : MARTIN NAVARRO GARCIA <span style="float: right;"><b>FECHA:</b> 19/04/2024</span>							
Tamices ASTM	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Arena - Concreto	Descripción
3"	127.000						<b>1. Peso de Muestra</b>
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 300
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 300.0
2 1/2"	60.300						<b>2. Características</b>
2"	50.800						Tamaño Máximo
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal
1"	25.400						Grava (%)
3/4"	19.000						Arena (%) 97.5
1/2"	12.700						Finos (%) 2.5
3/8"	9.520						Modulo de Finosa (%) 2.35
1/4"	6.350						
N° 4	4.750				100.0	100	<b>3. Clasificación</b>
N° 8	2.360	12.7	4.2	4.2	95.8	95	Limite Líquido (%) 41
N° 10	2.000						Limite Plástico (%) 23
N° 15	1.190	46.8	15.3	19.6	80.4	70	Indice de Plasticidad (%) 18
N° 20	0.850						Clasificación SUCS SP-SC
N° 30	0.600	81.8	27.0	46.6	53.4	40	Clasificación AASHTO A-7-6 (10)
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	81.5	27.2	73.7	26.3	10	
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	91.9	17.3	91.0	9.0	2	
N° 200	0.075	99.5	6.5	97.5	2.5	5	
Parada		7.4	2.5	100.0			



## Ensayo de contenido de humedad – Aserrín



 <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> 	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)</b>	
PROYECTO	: DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRIN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024
CANTERA	: YAPATERA
MUESTRA	: ASERRIN
SOLICITA	: JEAN CARLOS MONTEJO CALLE
ING. RESP.	: MARTIN NAVARRO GARCIA
	FECHA : 19/04/2024

### 1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	690.0	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	990.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	989.0	
Peso del agua contenida (gr)	1.0	
Peso de la muestra seca (gr)	299.0	
Contenido de Humedad (%)	0.3	
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.3	

  
MARTIN NAVARRO GARCIA  
Ingeniero Civil  
Jefe de Laboratorio de Suelos

## Ensayo de gravedad especifica y absorcion – Aserrín

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y</b>  <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN</b> (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)	 <b>LMS</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS <small>UNIVERSIDAD DE HUANCAYO 1974</small>
<b>PROYECTO :</b> DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRIN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024		
<b>CANTERA :</b> YAPATEKA		
<b>MUESTRA :</b> ASERRIN		
<b>SOLICITA :</b> JEAN CARLOS MONTEJO CALLE		
<b>ING. RESP. :</b> MARTIN NAVARRO GARCIA		<b>FECHA :</b> 19/04/2024



DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	gr.	150.0	150.0	150.0	
2	Peso Frasco + agua	gr.	658.0	658.0	658.0	
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	808.0	808.0	808.0	
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	673.0	672.9	673.0	
5	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	gr.	135.0	135.1	135.0	
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	132.0	132.0	132.0	
7	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)		117.0	117.1	117.0	

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Pe bulk ( Base seca ) = F/E		0.978	0.977	0.978	0.978
9	Pe bulk ( Base asfurada ) = A/E		1.111	1.110	1.111	1.111
10	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G		1.128	1.127	1.128	1.128
11	% de absorcion = ((A - F)/F)*100		13.636	13.636	13.636	13.636

**OBSERVACIONES :**

  
 MARTIN NAVARRO GARCIA  
 Ingeniero Civil  
 Jefe de Laboratorio de Suelos


## Ensayo de peso unitario y vacios – Arena gruesa

 <p><b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</p>	<p>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS <b>PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS ABRIGADOS</b> (MTC E-203 / ASTM C-29)</p>	 <p><b>LMS</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>			
<p>PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERFIN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PUURA, PUURA 2024</p>					
<p>CANTERA : YAPATERA</p>					
<p>MUESTRA : ASERFIN</p>					
<p>SOLICITA : JEAN CARLOS MONTEJO CALLE</p>					
<p>ING. RESP. : MARTIN NAVARRO GARCIA <span style="float: right;">FECHA : 19/04/2024</span></p>					
<b><u>PESO UNITARIO COMPACTA</u></b>					
<b>Peso del Molde</b>	UNO.	1	2	3	PROM.
	Kg	5.978	5.978	5.978	
<b>Peso del Molde + A. Puro (Compacto 25 golpes)</b>	Kg	6.211	6.215	6.213	
<b>Diámetro del Molde</b>	cm	10.10	10.10	10.10	
<b>Altura del Molde</b>	cm	11.60	11.60	11.60	
<b>Volumen del Molde</b>	m <sup>3</sup>	0.00093	0.00093	0.00093	
<b>Peso Unitario (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	kg/m <sup>3</sup>	250.71	255.01	252.86	
<b><u>% DE VACIOS</u></b>					
<b>Peso Especifico Aparente Según los Procedimientos MTC E-203</b>	UNO.	1	2	3	PROM.
	g/cm <sup>3</sup>	1.2991	1.2991	1.2991	
<b>Peso Unitario (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	kg/m <sup>3</sup>	250.71	255.01	252.86	
<b>Peso Unitario del Agua</b>	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000	1000	
<b>% vacios</b>	%	0.81	0.80	0.81	0.81
<b><u>PESO UNITARIO SUELTA</u></b>					
<b>Peso del Molde</b>	UNO.	1	2	3	PROM.
	Kg	5.978	5.978	5.978	
<b>Peso del Molde + A. Puro</b>	Kg	6.143	6.136	6.140	
<b>Diámetro del Molde</b>	cm	10.10	10.10	10.10	
<b>Altura del Molde</b>	cm	11.60	11.60	11.60	
<b>Volumen del Molde</b>	m <sup>3</sup>	0.00093	0.00093	0.00093	
<b>Peso Unitario (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	kg/m <sup>3</sup>	177.54	172.16	174.31	174.67
<b><u>% DE VACIOS</u></b>					
<b>Peso Especifico Aparente Según los Procedimientos MTC E-203</b>	UNO.	1	2	3	PROM.
	g/cm <sup>3</sup>	1.30	1.30	1.30	
<b>Peso Unitario (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	kg/m <sup>3</sup>	177.54	172.16	174.31	
<b>Peso Unitario del Agua</b>	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000	1000	
<b>% vacios</b>	%	0.86	0.87	0.87	0.87
<p><b>OBSERVACIONES:</b> _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>					

  
 MARTIN NAVARRO GARCIA  
 Ingeniero Civil  
 Jefe de Laboratorio de Suelos




## Ensayo de resistencia a la compresion 28 dias – Tipo M

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> <small>INSTRUMENTADO EN EL REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS DE SERVICIOS PROFESIONALES</small> <small>INSTRUMENTADO EN EL REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS DE SERVICIOS PROFESIONALES</small> <small>INSTRUMENTADO EN EL REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS DE SERVICIOS PROFESIONALES</small>																	
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>																	
<b>TESIS</b> DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRÍN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024												ING. RESP. : D.C.V. TÉCNICO : MCG HECHO POR : G.M.C. FECHA 30-May					
<b>SOLICITA:</b> JEAN CARLO MONTEJO CALLE																	
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO</b> DISEÑO MEZCLA DE CONCRETO PORTLAND. TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4"																	
EDAD = 28 f'c = 175																	
Prueba N°	Registro N°	DISEÑO	EDAD	Fecha		Lectura		Medidas de Dado		A		B		D		Promedio 3 Dadas	Resistencia Esperada
				Moldeo	Rotura	KN	KG	Longitud (cm)	Longitud (cm)	Area Dado (cm <sup>2</sup> )	Resistencia Dado (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Dado (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Dado (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenida	%		
1	M-5	DISEÑO 01	28 DIAS	2-May	30-May	45	4594	4.00	5.10	20.5	102	122	175	109	109.6	100	
2	M-6			2-May	30-May	47	4823	4.00	5.10	20.5	103	122	175	108			
3	M-6			2-May	30-May	42	4305	4.00	5.10	20.5	102	122	175	112			

NOTA: LOS DADOS FUERO REALIZADO POR SOLICITANTE

  
 Ing. Manuel Gerardo Castro Vilalta  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 298740

## Ensayo de resistencia a la compresion 7 dias – Tipo M5%

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> <small>INSTRUMENTADO EN EL REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS DE SERVICIOS PROFESIONALES</small> <small>INSTRUMENTADO EN EL REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS DE SERVICIOS PROFESIONALES</small> <small>INSTRUMENTADO EN EL REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS DE SERVICIOS PROFESIONALES</small>																	
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>																	
<b>TESIS</b> DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRÍN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024												ING. RESP. : D.C.V. TÉCNICO : MCG HECHO POR : G.M.C. FECHA 3-May					
<b>SOLICITA:</b> JEAN CARLO MONTEJO CALLE																	
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO</b> DISEÑO MEZCLA DE CONCRETO PORTLAND. TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4"																	
EDAD = 7 f'c = 175																	
Prueba N°	Registro N°	DISEÑO	EDAD	Fecha		Lectura		Medidas de Dado		A		B		D		Promedio 3 Dadas	Resistencia Esperada
				Moldeo	Rotura	KN	KG	Longitud (cm)	Longitud (cm)	Area Dado (cm <sup>2</sup> )	Resistencia Dado (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Dado (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Dado (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenida	%		
1	M5-5	DISEÑO 02 (AÑADIENDO 5% DE ASERRÍN)	07 DIAS	2-May	3-May	30	3018	4.00	4.95	24.6	122	175	70	70.7	65		
2	M5-2			2-May	3-May	31	3110	4.00	5.00	24.5	127	175	73				
3	M5-6			2-May	3-May	31	3101	5.10	5.10	28.0	122	175	70				

NOTA: LOS DADOS FUERO REALIZADO POR SOLICITANTE

  
 Ing. Manuel Gerardo Castro Vilalta  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 298740





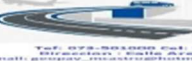
## Ensayo de resistencia a la compresion 7 dias – Tipo M10%

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> <small>INJE: 20102407021</small> <small>CONSEJO REGULADOR DE INGENIEROS CIVILES</small> <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - U.N.I.</small> <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small>															
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRÍN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024											ING. RESP. : D.C.V TÉCNICO : MCG HECHO POR : G.M.C. FECHA : 9-May				
SOLICITA: JEAN CARLO MONTEJO CALLE															
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO</b> DISEÑO MEZCLA DE CONCRETO PORTLAND. TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4"															
EDAD = 7 f' c = 175															
Prueba N°	Registro N°	DISEÑO	EDAD	Fecha		Lectura		Medidas de Dado		Área Dado (cm <sup>2</sup> )	Resistencia Dado (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Promedio 3 Datos	Resistencia Esperada
				Moldeo	Rotura	KN	KG	Longitud (cm)	Longitud (cm)						
1	M10-1	DISEÑO 03 (AÑADIENDO 10% DE ASERRÍN)	7 DIAS	2-May	9-May	27	2753	5.00	5.10	25.0	107	175	61	61.4	85
2	M10-4			2-May	9-May	27	2743	5.00	5.00	25.0	110	175	63		
3	M10-8			2-May	9-May	27	2743	5.20	5.00	26.0	105	175	60		

NOTA: LOS DATOS FUERO REALIZADO POR SOLICITANTE

  
 CONSULTGEOPAV SAC  
 Ing. Montserrat Diego Castro Villalba  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 294740

## Ensayo de resistencia a la compresion 14 dias – Tipo M10%

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> <small>INJE: 20102407021</small> <small>CONSEJO REGULADOR DE INGENIEROS CIVILES</small> <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - U.N.I.</small> <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small>															
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRÍN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024											ING. RESP. : D.C.V TÉCNICO : MCG HECHO POR : G.M.C. FECHA : 10-May				
SOLICITA: JEAN CARLO MONTEJO CALLE															
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO</b> DISEÑO MEZCLA DE CONCRETO PORTLAND. TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4"															
EDAD = 14 f' c = 175															
Prueba N°	Registro N°	DISEÑO	EDAD	Fecha		Lectura		Medidas de Dado		Área Dado (cm <sup>2</sup> )	Resistencia Dado (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Promedio 3 Datos	Resistencia Esperada
				Moldeo	Rotura	KN	KG	Longitud (cm)	Longitud (cm)						
1	M10-3	DISEÑO 03 (AÑADIENDO 10% DE ASERRÍN)	14 DIAS	2-May	16-May	37	3722	5.00	5.00	25.3	147	175	84	85.9	90
2	M10-6			2-May	16-May	36	3605	5.00	5.15	25.8	151	175	86		
3	M10-9			2-May	16-May	36	3624	5.00	5.00	25.0	153	175	87		

NOTA: LOS DATOS FUERO REALIZADO POR SOLICITANTE

  
 CONSULTGEOPAV SAC  
 Ing. Montserrat Diego Castro Villalba  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 294740

## Ensayo de resistencia a la compresion 28 dias – Tipo M10%

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> <small>INGENIERIA CIVIL - CONSULTORIOS</small> <small>AV. CARMONA 1201 - PUNTA CANALES - PIURA</small> <small>TEL: 051-981-222222 - FAX: 051-981-222222 - E-MAIL: info@consultgeopav.com</small> <small>WWW.CONSULTGEOPAV.COM</small>																	
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRIN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024										ING. RESP. : D.C.V TÉCNICO : MCG HECHO POR : G.M.C. FECHA: 30-May							
TESIS: <b>DISEÑO DE MEZCLA PARA MORTERO UTILIZANDO ASERRIN EN MUROS PORTANTES DE EDIFICACIONES EN PIURA, PIURA 2024</b> SOLICITA: <b>JEAN CARLO MONTEJO CALLE</b>																	
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO</b> DISEÑO MEZCLA DE CONCRETO PORTLAND, TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4"																	
EDAD = 28 f' c = 175																	
Prueba N°	Registro N°	DISEÑO	EDAD	Fecha		Lectura		Medidas de Dado		Area		Resistencia		Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Promedio 3 Dadas %	Resistencia Esperada %
				Moldeo	Rotura	KN	KG	Longitud (cm)	Longitud (cm)	Dado (cm <sup>2</sup> )	Dado (cm <sup>2</sup> )	Dado	Dado				
1	M10-2	DISEÑO 03 (AÑADIENDO 10% DE ASERRIN)	28 DIAS	2-May	30-May	40	4025	5.05	5.00	25.3	152	175	93	91.1	100		
2	M10-5			2-May	30-May	40	4035	5.05	5.15	25.8	157	175	90				
3	M10-7			2-May	30-May	39	3977	5.05	5.05	25.0	159	175	91				

NOTA: LOS DATOS FUERO REALIZADO POR SOLICITANTE

  
 CONSULTGEOPAV SAC  
 Ing. Montserrat Lopez Castro Villalba  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 234740

#### Anexo 4. Panel Fotográfico



Figura 12, Recolección de muestra de aserrín.



Figura 13, Muestra para ensayo de granulometría.



Figura 14, Ensayo de porcentaje de humedad – Arena gruesa.



Figura 15, Ensayo de granulometría – Arena gruesa.



Figura 16, Porcentaje retenido por tamices – Arena gruesa.



Figura 17, Toma de altura de molde.



Figura 18, Toma de peso de molde.



Figura 19, Toma de diámetro de molde.



Figura 20, Ensayo de peso unitario suelto – Arena gruesa.



Figura 21, Peso de muestra para peso unitario.



Figura 22, Ensayo peso unitario compactado – Arena gruesa.



Figura 23, Proceso de compactación para ensayo de peso unitario.



Figura 24, Toma de muestra para ensayo de peso específico – Arena.



Figura 25, Proceso para ensayo peso específico – Arena.



Figura 26, Introduccion de muestra para ensayo de peso específico.

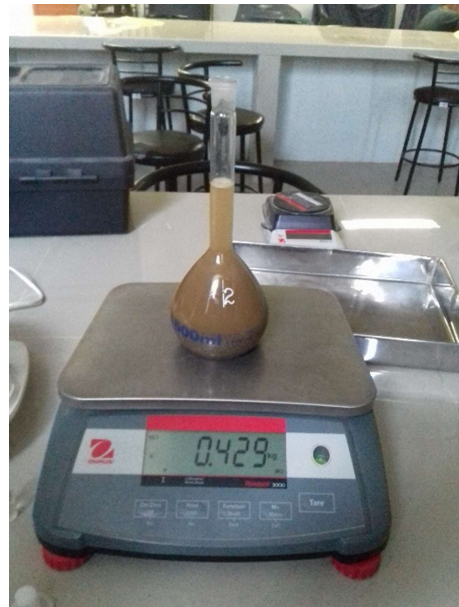


Figura 27, Toma de peso para ensayo de peso específico.



Figura 28, Muestra de aserrin.



Figura 29, Ensayo de granulometria – Aserrin.



Figura 30, Ensayo de porcentaje de humedad.



Figura 31, Ensayo de peso unitario – Aserrin.

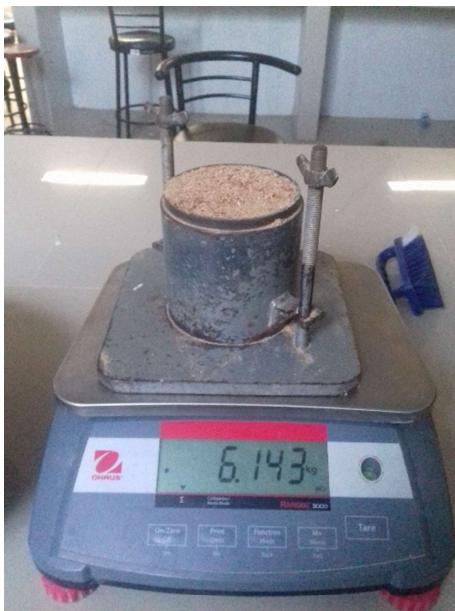


Figura 32, Toma de peso para ensayo de peso unitario.



Figura 33, Proceso de compactación para ensayo de peso unitario



Figura 34, Preparación muestra para ensayo de peso específico.



Figura 35, Proceso de ensayo de peso específico.



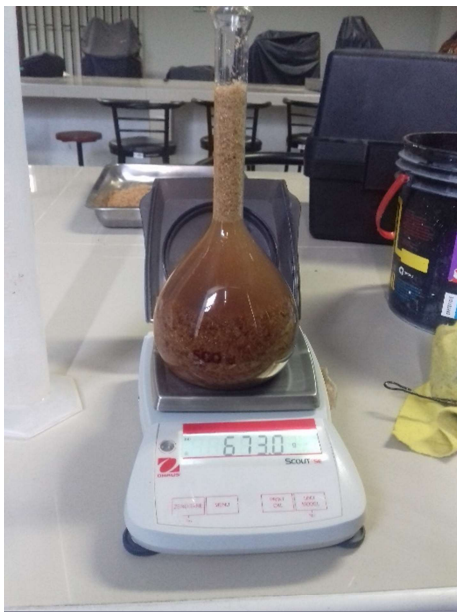


Figura 36, Toma del peso para ensayo del peso específico.



Figura 37, Ensayo de peso específico – Aserrin.



Figura 38, Preparación de agregados y material para probetas.



Figura 39, Probetas de mortero patron.



Figura 40, Desencofrado de probetas mortero con 5% de aserrín.



Figura 41, Desencofrado de probetas mortero patrón.



Figura 42, Selección de probetas para rotura a los 7 días.



Figura 43, Selección de probetas para rotura a los 14 días.



Figura 44, Selección de probetas para rotura a los 28 días.



Figura 45, Toma de peso de probeta para rotura.



Figura 46, Ensayo de rotura de probetas.



Figura 47, Ensayo de rotura de probetas a los 7 días.



Figura 48, Rotura de probeta M de 14 días.



Figura 49, Rotura de probeta M de 28 días.



Figura 50, Rotura de probeta M5% de 7 días.



Figura 51, Rotura de probeta M5% de 28 días.



Figura 52, Rotura de probeta M10% de 14 dias.



Figura 53, Rotura de probeta M10% de 28 dias.