

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín
y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes**

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

AUTOR

Joseph Alexander Zafra Rivasplata

ASESOR

Jorge Enrique Alvarez Ruffran

<https://orcid.org/0000-0002-5321-8500>

Chiclayo, 2025

Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes

PRESENTADA POR

Joseph Alexander Zafra Rivasplata

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Hector Augusto Gamarra Uceda

PRESIDENTE

Jose Alberto Acero Martinez

SECRETARIO

Jorge Enrique Alvarez Ruffran

VOCAL

Dedicatoria

A Dios, fuente infinita de sabiduría y guía en toda etapa de mi vida.

A mis seres amados: Hernán Tafur, Marlitt Zafra, Erica Rivasplata y Zully Vásquez. Sus abrazos, palabras de aliento y amor incondicional han sido la luz que ha esclarecido mi camino académico. En cada desafío y en cada logro, he sentido su presencia y apoyo, y por ello, les estaré eternamente agradecido. Sin ustedes, este sueño no habría sido posible.

Agradecimientos

Con profundo agradecimiento, elevo mi agradecimiento a Dios, a mis padres Hernán Tafur y Marlitt Zafra, a mi madre Erica Rivasplata, y a mi amada Zully Vásquez. Su amor, aliento y apoyo incondicional han sido los pilares que sostienen cada logro de este proyecto académico. Agradezco sinceramente a mi asesor, Ing. Jorge Enrique Alvarez Ruffran, cuya guía ha sido invaluable. A todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a mi formación y desarrollo académico, su respaldo y confianza han sido fundamentales en este viaje. Gracias de todo corazón.

Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

7%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

7%

3

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1%

8

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%

9

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

Índice

Resumen	13
Abstract	14
Introducción.....	15
Revisión de literatura.....	21
Antecedentes	21
Bases teórico-científicas	26
Materiales y métodos	43
Tipo y Nivel de investigación.....	43
Diseño de investigación	44
Población, muestra y muestreo	44
Criterios de selección	45
Hipótesis y Operacionalización de variables	47
Técnica e instrumentos de recolección de datos	47
Procedimientos	48
Plan de procesamiento y análisis de datos	68
Consideraciones éticas	70
Resultados	71
Ensayo a las adiciones.....	71
Ensayos a los agregados.....	75
Elaboración de Diseño de Mezcla	83
Elaboración de Diseño de Mezcla para el Mortero.....	99

Ensayos clasificatorios de las unidades de concreto.....	99
Discusión	114
Conclusiones	121
Recomendaciones	124
Referencias.....	126
Anexos	131

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Diagrama de Flujo de procedimientos	48
Ilustración 2: Aserradero "Madenor Virgen de la Puerta"	49
Ilustración 3: Aserrín Calcinado	50
Ilustración 4: Molde para la elaboración de bloques de concreto	50
Ilustración 5: Ensayo Granulométrico de los agregados	52
Ilustración 6: Ensayo Granulométrico de los agregados	52
Ilustración 7: Ensayo Contenido de Humedad de los agregados	53
Ilustración 8: Ensayo Contenido de Humedad de los agregados	54
Ilustración 9: Ensayo para peso específico y absorción del agregado	56
Ilustración 10: Ensayo para peso específico y absorción del agregado	56
Ilustración 11: Ensayo para peso específico unitario de los agregados	58
Ilustración 12: Ensayo Granulométrico de la ceniza de aserrín	58
Ilustración 13: Ensayo del peso específico de las adiciones	58
Ilustración 14: Elaboración de bloques de concreto.....	59
Ilustración 15: Mesa vibratoria	60
Ilustración 16: Medición de la junta en los prismas.....	60
Ilustración 17: Medición del ancho de los muretes.....	61
Ilustración 18: Medición del alabeo	62
Ilustración 19: Bloques Sumergidos	63
Ilustración 20: Pesos Sumergidos	63
Ilustración 21: Medición de los bloques	64
Ilustración 22: Resistencia a la compresión – 28 días.....	65
Ilustración 23 resistencia a la compresión axial de pilas - 28 días.....	66
Ilustración 24 resistencia a la compresión diagonal de muretes - 28 días.....	67
Ilustración 25: Curva de Pérdida de Masa-análisis Termogravimétrico	73

Ilustración 26: Curva de Pérdida de Masa-análisis Termogravimétrico	74
Ilustración 27: Curva Granulométrica del Agregado Fino.....	76
Ilustración 28: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.....	78
Ilustración 29: Resistencia a la Compresión de Unidad de Albañilería.....	101
Ilustración 30: Absorción de Agua de Bloques.....	103
Ilustración 31: Variación Dimensional de Bloques de Concreto	104
Ilustración 32: Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería	108
Ilustración 33: Compresión Diagonal en muretes de albañilería	109

Lista de Tablas

Tabla 1: Dimensiones de la unidad	30
Tabla 2: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	30
Tabla 3: Granulometría del Agregado Fino	33
Tabla 4: Granulometría del Agregado Grueso	33
Tabla 5: Propiedades y Características del Aserrín.....	36
Tabla 6: Propiedades Físicas y Mecánicas	37
Tabla 7: Unidades de bloques de concreto requeridas para ensayos a compresión	45
Tabla 8: Número total de bloques de concreto.....	45
Tabla 9: Operacionalización de Variables	47
Tabla 10: Granulometría del Aserrín Calcinado	71
Tabla 11: Peso Específico del Aserrín Calcinado	72
Tabla 12: Peso Específico del Metacaolín	72
Tabla 13: Espectrometría de fluorescencia de rayos X	74
Tabla 14: Espectrometría de fluorescencia de rayos X	75
Tabla 15: Análisis Granulométrico del Agregado Fino	76
Tabla 16: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	77
Tabla 17: Peso Unitario del Agregado Fino.....	79
Tabla 18: Peso Unitario del Agregado Grueso.....	80
Tabla 19: Peso Específico del Agregado Fino	81
Tabla 20: Peso Específico del Agregado Grueso	82
Tabla 21: Contenido de Humedad de los agregados	82
Tabla 22: R a/c por resistencia	84
Tabla 23: Diseño de Mezcla Método del Comité 211 ACI.....	86
Tabla 24: Diseño de Mezcla Método del Comité 211 ACI.....	95
Tabla 25 - Categorías y Clases De Exposición	97
Tabla 26 - Requisitos Para El Concreto Según La Clase De Exposición	98

Tabla 27: Resistencia a la Compresión de Unidad de Albañilería - 7 días	100
Tabla 28: Resistencia a la Compresión de Unidad de Albañilería - 14 días	100
Tabla 29: Resistencia a la Compresión de Unidad de Albañilería - 28 días	101
Tabla 30: Absorción de Agua de Bloques.....	102
Tabla 31: Variación Dimensional de Bloques de Concreto	104
Tabla 32: Alabeo muestra patrón	105
Tabla 33: Alabeo muestra patrón + 10% metacaolín + 10% aserrín calcinado	105
Tabla 34: Alabeo muestra patrón + 10% metacaolín + 15% aserrín calcinado	105
Tabla 35: Alabeo muestra patrón + 10% metacaolín + 20% aserrín calcinado	106
Tabla 36: Densidad de todas las adiciones.....	106
Tabla 37: Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería	107
Tabla 38: Compresión Diagonal en muretes de albañilería	108
Tabla 39: Costo de materia prima - aserrín de madera lupuna.....	110
Tabla 40: Costo de materia prima - caolín	110
Tabla 41: Procesamiento del aserrín calcinado	110
Tabla 42: Procesamiento del metacaolín.....	111
Tabla 43: APU - Muestra Patrón.....	111
Tabla 44: APU - MP + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	112
Tabla 45: APU - MP + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	112
Tabla 46: APU - MP + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	113

Lista de Anexos

Anexo 1: Validación de Ensayos de Laboratorio.....	131
Anexo 2: Constancia de Ensayos de Laboratorio.....	132
Anexo 3 - Resultados del Análisis granulométrico.....	133
Anexo 4 - Granulometría del agregado fino.....	135
Anexo 5 - Tamices para granulometría del agregado fino.....	135
Anexo 6 - Tamices para granulometría del agregado grueso.....	136
Anexo 7 - Cantidad de agregado para la granulometría del agregado grueso.....	136
Anexo 8 - Resultado del Peso Específico y Absorción.....	137
Anexo 9 - Peso específico del agregado fino.....	138
Anexo 10 - Peso específico del agregado grueso.....	138
Anexo 11 - Resultado del Peso Unitario.....	139
Anexo 12 - Peso Unitario del Agregado fino.....	141
Anexo 13 - Peso Unitario del Agregado Grueso.....	141
Anexo 14 - Resultados de los Contenidos de Humedad.....	142
Anexo 15 - Ensayo de granulometría al aserrín.....	143
Anexo 16 - Peso específico de la ceniza de aserrín.....	144
Anexo 17 - Peso específico del metacaolín.....	145
Anexo 18: Ensayo químico del aserrín.....	146
Anexo 19: Ensayo químico del metacaolín.....	150
Anexo 20 – Diseños de Mezcla.....	154
Anexo 21 - Resistencia a la Compresión de Bloques – 7 días.....	162
Anexo 22 - Resistencia a la Compresión de Bloques – 14 días.....	166
Anexo 23 - Resistencia a la Compresión de Bloques – 28 días.....	170
Anexo 24 - Densidad de los Bloques.....	174
Anexo 25 - Ensayo de Densidad.....	178
Anexo 26 - Ensayo de Densidad.....	178

Anexo 27 - Variación Dimensional.....	179
Anexo 28 - Variación Dimensional.....	180
Anexo 29 - Variación Dimensional.....	180
Anexo 30 - Ensayo de Alabeo.....	181
Anexo 31 - Ensayo de Absorción de los Bloques	182
Anexo 32: Compresión de Prismas de Albañilería	186
Anexo 33: Compresión Diagonal de Muretes	190
Anexo 34 - Boleta de compra de caolín	194
Anexo 35: Certificado de Calibración de Equipos.....	195

Resumen

El estudio evaluó las características físico-mecánicas de bloques de concreto ligero para muros portantes con la incorporación de metacaolín y aserrín calcinado. Se examinarán los rasgos químicos y físicos de estos aditivos y se determinó la dosificación óptima para su inclusión en el concreto. La investigación, de naturaleza cuantitativa y experimental, se basó en normativas técnicas (NTP 399.604, 399.605, 399.613 y 399.621) y consideró 204 bloques de concreto. Los resultados probaron que, aunque la adición de metacaolín y aserrín calcinado reduce significativamente la resistencia a fuerzas de compresión, aumenta la absorción de agua y disminuye la densidad, logrando bloques más ligeros. Específicamente, su resistencia de la muestra base (83.97 kg/cm^2) disminuyó a 39.42 kg/cm^2 con 10% de metacaolín y 20% de aserrín calcinado, mientras que la absorción de agua incrementó del 8.51% al 14.53%. En términos de densidad, los bloques con 20% de aserrín calcinado registraron 1898.20 Kg/m^3 frente a los 2286.41 Kg/m^3 de la muestra patrón. Además, las pruebas de compresión diagonal y axial mostraron una reducción en la resistencia al aumentar la proporción de aserrín calcinado, con valores de 80.92 kg/cm^2 en compresión axial y 8.90 kg/cm^2 en compresión diagonal para la adición de 10% de metacaolín y aserrín calcinado. Estos hallazgos sugieren que, aunque viable, la adición de estos materiales requiere un balance cuidadoso entre resistencia y peso para acatar con los esquemas de construcción instituidos en el RNE E.070 de albañilería.

Palabras clave: Reducción de densidad, bloques de concreto, metacaolín, aserrín calcinado, propiedades físico-mecánicas.

Abstract

The study evaluated the physical and mechanical characteristics of lightweight concrete blocks for load-bearing walls with the incorporation of metakaolin and calcined sawdust. The physical and chemical properties of these additives were analyzed, and the optimal dosage for their inclusion in the concrete was determined. The research, quantitative and experimental in nature, was based on technical standards (NTP 399.604, 399.605, 399.613, and 399.621) and considered 204 concrete blocks. The results showed that, although the addition of metakaolin and calcined sawdust significantly reduces compressive strength, it increases water absorption and decreases density, resulting in lighter blocks. Specifically, the compressive strength of the control sample (83.97 kg/cm²) decreased to 39.42 kg/cm² with 10% metakaolin and 20% calcined sawdust, while water absorption increased from 8.51% to 14.53%. In terms of density, the blocks with 20% calcined sawdust recorded 1898.20 kg/m³ compared to 2286.41 kg/m³ for the control sample. Additionally, diagonal and axial compression tests showed a reduction in strength with increased proportions of calcined sawdust, with values of 80.92 kg/cm² in axial compression and 8.90 kg/cm² in diagonal compression for the addition of 10% metakaolin and calcined sawdust. These findings suggest that, although viable, the addition of these materials requires a careful balance between strength and weight to comply with the construction standards established in the RNE E.070 masonry regulations.

Keywords: Concrete blocks, metakaolin, calcined sawdust, physical-mechanical properties, density reduction.

Introducción

El continuo uso del concreto en la construcción a lo largo del curso de la historia se debe a su perdurabilidad, disponibilidad y facultad para adaptarse a diversas necesidades estructurales. Conforme ha progresado la industria de la construcción, se han realizado numerosas investigaciones en la búsqueda constante de optimizar las propiedades del concreto y desarrollar nuevas metodologías para definir sus características [1]. En el presente, el concreto continúa siendo el componente más solicitado en proyectos de construcción. Se le puede describir como una mezcla homogénea en la que el aglomerante, generalmente cemento, es el componente principal al que se le añaden agregados pétreos como arena, grava y otros aditivos para mejorar sus propiedades [2]. Una de las innovaciones en el ámbito del concreto, es el desarrollo del concreto liviano o ligero. Cabrera [3], citado por Pariona[4], nos dice que este tipo de concreto se desarrolló con la finalidad de conseguir productos más ligeros y con propiedades de aislamiento térmico. El concreto liviano ha sido ampliamente utilizado en países como México, Venezuela y Estados Unidos. La aplicación del concreto liviano ha brindado ventajas en la construcción, ya que reduce el peso total de la estructura, lo que puede facilitar su transporte y manipulación. Además, sus propiedades termoaislantes favorecen a optimizar la eficiencia energética de las edificaciones al reducir la transferencia de calor.

Los derechos fundamentales de las personas aseguran que todos deben contar con un nivel de vida apropiado y de calidad, sin embargo, existen mil millones de individuos que carecen de una vivienda adecuada, los cuales se encuentran en condiciones peligrosas que amenazan su integridad y salud. Además, enfrentan situaciones de hacinamiento y se ven obligados a establecerse en asentamientos improvisados [4]. La ciudad de Chiclayo es de las más vitales del Perú en términos de población. Según las estadísticas facilitadas por el INEI, tiene una población total de 527,250 habitantes y experimenta un crecimiento anual promedio del 0.5% en su tasa de crecimiento. Chiclayo se encuentra estratégicamente ubicado en la costa norte del país, lo que lo convierte en un punto de interés para la migración de población hacia la ciudad. Este crecimiento constante de los habitantes involucra una mayor búsqueda de insumos de construcción para satisfacer las necesidades de nuevas edificaciones. En este contexto, el ladrillo y el bloque de concreto son la materia prima dispuesta en la construcción de domicilios en la zona urbana de Chiclayo, representando un porcentaje significativo del 70.6% a nivel nacional. Esto significa que en la ciudad sus viviendas en su mayoría están edificadas con estos materiales. El uso predominante de bloques de concreto y ladrillos en la construcción de domicilios se debe a su disponibilidad, costo relativamente bajo y facilidad de construcción.

Estos materiales son ampliamente utilizados debido a su resistencia y durabilidad, lo que los hace adecuados para las condiciones climáticas y sísmicas de la región [5].

En la investigación de Álvarez & Meca[6], citado por Monje [7], nos dicen que en el Perú el desarrollo urbano y crecimiento poblacional son dos factores que van de la mano, relacionado esto con la disminución adquisitiva de materiales de construcción debido a la escasez de los recursos necesarios para realizar la compra o construcción de una vivienda por parte de la población, por lo cual, resulta esencial encontrar nuevas técnicas las cuales disminuyan los costos a la par que aumenten la rapidez del proceso constructivo. Por otro lado, en la investigación de Oviedo [8], citado por Pariona [4], nos explica sobre los factores en las edificaciones que influyen e incrementan las cargas muertas mínimas y las cargas muertas específicas de cada componente, como es el caso de los muros, escaleras, columnas, equipos fijos, cielo raso y más los acabados.

Un desafío adicional que surge en la ciudad de Chiclayo es la cantidad de desechos domiciliarios y sobre todo en volúmenes superiores, los que son generados por las industrias, según el estudio realizado por el ITP en el año 2018, nos dice que a nivel nacional existen 3500 aserraderos y que solo a nivel de la región de Lambayeque más de 30[9]. Estos desechos en gran medida puedan ser reutilizados dentro de la industria de la construcción y así cuidar el medio ambiente, a su vez dejar de recurrir a materiales como ladrillos de arcilla artesanales, los cuales no se encuentran técnicamente respaldados por la norma para que puedan ser utilizados en una construcción, pero que aun así son adquiridos estos materiales artesanales por la población, con la intención de reducir costos en comparación al uso de los ladrillos convencionales[10].

Una de las soluciones para aliviar las sobrecargas muertas en las edificaciones es el uso de insumos como poliestireno, espuma o aserrín, que se incorporan en las unidades de albañilería, principalmente en las unidades elaborados de concreto. Esta técnica busca reducir el peso de las estructuras, al mismo tiempo que se disminuye el uso de materiales en la mezcla y se contribuye a que la contaminación causada por dichos materiales al ambiente disminuya. Estos materiales tienen propiedades aislantes y permiten disminuir la densidad del bloque, lo que resulta en una estructura más liviana. Al incorporar estos insumos en la mezcla, se aminora la cantidad de cemento y agregados tradicionales necesarios, lo que tiene un impacto válido en la

reducción de la total de materiales utilizados y, en consecuencia, en la disminución de la carga muerta de la estructura. [4]

A nivel local tenemos como investigaciones predecesoras a, Lector Chang[11], el cual concluye que: “ante los porcentajes del 3% y 6%, de la incorporación parcial del aserrín por agregado fino, solo los resultados de la muestra al 3%, son los que al efectuar el ensayo de compresión han podido superar la resistencia convencional del hormigón $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ ”; en el estudio que realizó Cigüeñas Cabrera[12], se logró concluir que: “Al añadir 0.5% de aserrín a la dosificación de concreto se llegó a incrementar, respecto a su muestra original ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$), un 12% de su resistencia en la compresión, a diferencia de la adición del 1.0% de aserrín el cual solo incremento el 1.8% de la muestra del concreto”.

Ante la tendencia de reducir el peso en las estructuras al incorporar en el concreto preparado, aserrín, para fabricar bloques, es importante tener en cuenta que un aumento significativo de la proporción de aserrín puede disminuir considerablemente la resistencia ante fuerzas de compresión del concreto. Para contrarrestar este efecto, se propone la incorporación del metacaolín, el cual es un material que se obtiene al someter el caolín, una arcilla blanca, a altas temperaturas, lo que activa sus propiedades puzolánicas. Las propiedades puzolánicas del metacaolín hacen que pueda reaccionar con elementos dentro del cemento como el hidróxido de calcio, generando compuestos adicionales de alta resistencia y que el concreto mejore así sus características mecánicas. La combinación de aserrín y metacaolín permitirá reducir el peso de los bloques sin comprometer en gran medida su resistencia. Según Patiño y Venegas[13], citado por Rodríguez y Vásquez[14], nos dice que: “La incorporación del metacaolín a la mezcla tiene por finalidad el optimizar las propiedades resistentes del concreto, debido a que las características de este material son comunes a las presentes en el cemento; con ello y en relación con los antecedentes se procura aumentar su tolerancia a fuerzas de compresión”. En la región de Lambayeque, el caolín se encuentra en la cantera Génova Seis en el distrito Pitipo, en la provincia de Ferreñafe [15].

El potencial de atenuar la contaminación por carbono y el uso de insumos importantes en la elaboración de cemento, principalmente en naciones menos desarrollados, radica en la utilización de materiales cementantes suplementarios (MCS) en lugar de los materiales habituales. En la obtención de cemento Portland ordinario se genera aproximadamente por cada tonelada emanada, la misma cantidad de dióxido de carbono, posicionándolo como uno de los

principales generadores de agentes de calentamiento global. De las liberaciones totales de anhídrido carbónico a nivel global, la industria del cemento es autora de aproximadamente el 5%. En la actualidad, más del 80% de los MCS utilizados para disminuir la proporción de Clinker en el cemento son la escoria, cenizas volantes o piedra caliza. Este enfoque busca reemplazar estos materiales por opciones más sostenibles, lo cual tiene el potencial de producir una disminución relevante en liberación de agentes de calentamiento global y en el empleo de recursos naturales durante la fabricación de cemento [2].

Al finalizar la investigación y analizar los resultados obtenidos, se espera obtener respuestas a los siguientes interrogantes relacionados con el **planteamiento del problema**: ¿Cómo afectarán las propiedades físico-mecánicas de los bloques de concreto, y simultáneamente cumplirán con los parámetros de la norma para ser destinados en muros portantes, al incluir metacaolín y aserrín calcinado como sustitutos parciales del cemento y el agregado fino, respectivamente?

La relevancia y la razón de ser del proyecto presentan diversos elementos que se divisan a continuación:

Desde una perspectiva técnica, Medina [16] menciona en su investigación que: “Es necesario la elaboración de bloques de concretos livianos, para hacer más hacedero el procedimiento constructivo, debido a que se obstaculiza el proceso de asentamiento, dilatando los tiempos y el rendimiento laboral del trabajo realizado, cuando los bloques de concreto son pesados”. La intención primordial de esta tesis es disminuir la carga estructural de las viviendas mediante el acceso de aserrín en la construcción de albañilería de concreto, en lugar del uso de la albañilería de concreto convencional. Se busca lograr un manejo más fácil de los bloques de concreto y reducir el peso muerto de la estructura de la vivienda. Para lograr esto, se utiliza el metacaolín como un suplente parcial del cemento, lo cual tiene un impacto en las características de la mezcla. El metacaolín se utiliza para optimizar las propiedades de la mezcla, permitiendo que los bloques de concreto elaborados con aserrín puedan clasificarse como unidades de albañilería sólida, según la norma E.070. Esta tesis no solo busca aliviar el peso de las viviendas, sino también aplicar los conocimientos teóricos en un contexto práctico, demostrando la viabilidad de utilizar materiales orgánicos en la construcción de bloques de concreto. El resultado de esta investigación será una guía útil para futuros proyectos que busquen integrar materiales

orgánicos en la construcción de viviendas, contribuyendo así a la eficiencia y sostenibilidad en la construcción.

Considerando el tema social, Según los datos recopilados en el censo realizado en 2017, se identificó que en el país existen alrededor de 746 799 viviendas en condiciones consideradas como inadecuadas, lo cual representa aproximadamente el 9.7% del total de viviendas [5]. La intención de la investigación es proporcionar información y datos relevantes sobre la elaboración de bloques de concreto que contienen aserrín y metacaolín. El objetivo es promover el uso adecuado del aserrín y evitar su incorrecta disposición final, fomentando su reutilización por parte de talleres de carpintería y empresas fabricantes de bloques de concreto. Mediante la implementación de esta técnica, se busca beneficiar a los pobladores de la ciudad de Chiclayo, brindándoles la oportunidad de acceder a un concreto liviano para la construcción de sus viviendas. Esto contribuiría a evitar el uso de unidades de albañilería artesanales que no están amparadas con las normas establecidas. El suministro de información y datos fructíferos recopilados en la investigación permitirá que tanto los talleres de carpintería como las empresas fabricantes de bloques de concreto puedan adoptar esta práctica en el ámbito de la construcción civil. Esto generaría frutos tanto para el medio ambiente, al reducir el desperdicio de aserrín, como para la población, al proporcionar una opción más accesible y acorde con las normas para la construcción de viviendas.

Desde un enfoque ambiental, La producción de cemento es una contribución significativa al cambio climático y se reconoce como un desafío ambiental de gran envergadura para la humanidad. De las emisiones globales de CO₂ es responsable de aproximadamente el 5%, lo que tiene consecuencias negativas en la calidad del aire y la salud humana [17]. En el sector de la construcción civil, es de gran envergadura encontrar un uso adecuado para el metacaolín y el aserrín, con el fin de reducir el volumen de desechos generados por las empresas aserradoras y de emisiones generadas por el concreto. La tesis busca promover la reutilización de estos materiales, evitando que terminen como residuos en vertederos o sean quemados junto con otros desechos. La reutilización del aserrín tiene múltiples beneficios. En primer lugar, evita la acumulación de desechos en los vertederos, contribuyendo así a reducir la contaminación ambiental. Además, al no ser quemado junto con otros residuos, se evita la generación de humo y la emisión de sustancias tóxicas que pueden afectar negativamente tanto al medio ambiente como al bienestar de las personas que viven cerca de los vertederos. Al promover la reutilización del aserrín en la industria de la construcción, se le da un nuevo propósito a este

material, convirtiéndolo en un recurso valioso en lugar de un desecho. Esto no solo ayuda a preservar el medio ambiente, sino que también puede tener beneficios económicos al reducir los costos de eliminación de residuos para las empresas aserradoras.

Tomando en cuenta el aspecto económico, Según el informe técnico brindado por el INEI en el mes de mayo: “la variación de los índices de precios en el periodo enero-abril 2023 de los materiales de construcción subió un 1.19%” [18], el manejo de bloques de concreto ligero fabricados a partir de materiales reciclados, como el aserrín, en lugar de las unidades tradicionales de albañilería elaboradas de concreto, puede conducir a una reducción significativa en los precios generales de la construcción de viviendas. Además de los beneficios económicos, el manejo de bloques de concreto liviano elaborados con componentes reciclados puede intervenir a la sostenibilidad y promover acciones más ecológicas en la construcción. Asimismo, se dispone de objetivos que nos permitirán responder la interrogante previamente formulada.

Objetivo general: Evaluar las propiedades físico-mecánicas con la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes. **Objetivos específicos:** Determinar las características físicas y químicas del aserrín calcinado que se adicionara en la mezcla de concreto para los bloques; determinar las características físicas y químicas del metacaolín que se adicionara en la mezcla de concreto para los bloques; determinar la dosificación óptima para la fabricación de los bloques de concreto para una muestra patrón y para bloques de concreto liviano con la adición de metacaolín en reemplazo parcial al volumen del cemento y con aserrín calcinado en reemplazo parcial al volumen del agregado fino, para el $f'c$ requerido para muros portantes según la RNE E.070 de albañilería; determinar mediante los ensayos conforme a la NTP 399.604 y la NTP 399.613, las propiedades físico-mecánicas con la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes, establecidos en el RNE E.070 de albañilería; determinar mediante los ensayos conforme a la NTP 399.605 y NTP 399.621, la compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes, establecidos en el RNE E.070 de albañilería; analizar los resultados con el concreto patrón y determinar las proporciones ideales de la mezcla de metacaolín y aserrín calcinado; comparación económica de los costos directos de los materiales para la producción bloques de concreto ligero utilizando metacaolín y aserrín calcinado, respecto a las unidades de albañilería de concreto tradicional.

Resultados esperados

Seguidamente de llevar a cabo la investigación, se espera obtener un entendimiento preciso sobre la influencia resultante de la combinación de aserrín calcinado y metacaolín en el concreto para la producción de bloques ligeros. El propósito principal consiste en reducir el peso de los bloques de concreto sin comprometer su consistencia a fuerzas de compresión, de manera que cumplan con las normativas vigentes para su empleo en muros estructurales. Además, se busca atenuar el impacto ambiental originario de la construcción, reduciendo la utilización de materiales perjudiciales para el entorno y aprovechando los residuos de la industria maderera. Esta investigación se inserta en la necesidad de descubrir materiales novedosos que sean versátiles y beneficiosos para la industria del concreto.

Revisión de literatura

Antecedentes

Antecedentes internacionales

Sharma et al. [17], propone el uso de los desperdicios de metacaolín y lechada de granito como materiales idóneos para elaborar el concreto. La durabilidad, su capacidad de resistencia y elegancia son características que hacen reconocida a la piedra de granito. No obstante, al momento de extraer y procesar este material, se ocasione un impacto negativo sobre el entorno, la sociedad y la fertilidad del suelo, a causa de los desechos que se producen. Por otra parte, se cuenta al metacaolín como una alternativa al humo de sílice por sus características puzolánicas ultrafinas y económicas, la cual actúa de forma provechosa en las particularidades del concreto. Con estos conceptos en esta investigación se llegó a sustituir en parte el cemento en un 5% y 10% por el metacaolín y el residuo de lodo proveniente del granito. Del concreto modificado se llegó a evaluar sus propiedades de durabilidad y mecánicas. Esta investigación ha comprobado una mejoría en el potencial de resistir a fuerzas de flexión y compresión en el nivel óptimo de sustitución parcial de ambos materiales sobre el cemento, aportando con esto la limitación en su consumo, lo que favorecerá en la preservación de las riquezas naturales, limitación de los desperdicios acumulados, la reducción de las emisiones del anhídrido carbónico y reducción de la demanda de energía. Por tanto, para la sociedad y el medio ambiente resultara sostenible y beneficioso la producción de este nuevo concreto compuesto.

Jin et al.[19], en este estudio, se ha incluido al metacaolín en porcentajes de 10% y 20% respecto al volumen inicial del cemento y sustitución de los agregados gruesos por 25%, 50%,

75% y 100% de ganga de carbón, con un total de 30 mezclas de concreto, con 0.55 y 0.45 de relación a/c. Se efectuaron las pruebas de resistencia en base a 90 especímenes con un tiempo de curado de 3,7 y 28 días. Además, se investigó el impacto del metacaolín y la ganga de carbón en el número de rebote, la porosidad, la velocidad del pulso ultrasónico, y el módulo elástico. Posteriormente, mediante parámetros establecidos en normas y modelos prácticos, se evalúa la relación entre las características físico-mecánicas. Por otro lado, para que la capacidad de resistencia del diseño de mezcla a fuerzas de compresión se pueda predecir se desarrolló un modelo de aprendizaje automático avanzado. En los resultados se apreció que en porcentajes óptimos que van del 15% al 21% del metacaolín incorporados en el concreto se logran mejores beneficios en sus características físico-mecánicas en comparación con la ganga de carbón la cual desarrolla un desempeño insuficiente.

Olaiya et al. [20], destaca que los desechos de la madera gestionado de manera incorrecta ocasionan repercusiones ambientales significativas, como el deterioro atmosférico, la propagación de gases invernaderos y la destrucción de organismos acuáticos y materia orgánica. Los hallazgos de investigaciones antepuestas sobre el uso de aserrín como opción en materiales compuestos de construcción han sido recopilados en el presente escrito. Con las resoluciones adquiridas se demuestra en este estudio que es posible fabricar concreto estructural reemplazando moderadamente el volumen de arena comprendido entre el 5% al 17% por aserrín y llegar con una resistencia a la compresión mayor a 20 MPa, o inclusive ceniza de aserrín por el 5% al 15% del cemento. Así mismo, el aserrín se puede reemplazar parcialmente para la fabricación de ladrillos y bloques en un rango del 10% al 30% llegando a alcanzar valores superiores a 3MPa en su oposición a fuerzas de compresión. Según los resultados de esta investigación, se establece al aserrín como un material con el potencial de generar compuestos de construcción con capacidad de absorción de agua, propiedades de resistencia y módulo elástico que cumplen con los requisitos internacionales. A partir de los resultados obtenidos, se evidencia que incrementar el uso de aserrín en la construcción disminuirá la probabilidad de que el aserrín contamine el medio ambiente, además de aliviar los costos asociados a su eliminación.

Saravanan et al. [21], establece que los dos desafíos ambientales más urgentes a nivel mundial son el elevamiento de las temperaturas y las alteraciones en el clima. Además, considerando un aproximado del 10% de las emisiones mundiales de anhídrido carbónico derivan de la fabricación de cemento, el sector de la construcción debe adoptar una alternativa

ambientalmente sostenible al cemento. En este estudio, se examinaron las emisiones de anhídrido carbónico, el factor energético y las propiedades de resistencia del hormigón. Mediante el desarrollo de sistemas cementosos ternarios y binarios se reduce estas respuestas adversas asociada a los materiales cementosos convencionales. En esta investigación, como sustitución al cemento se utilizaron las mezclas minerales del lodo rojo y el humo de sílice en porcentajes de 0 % hasta 20 % con incrementos de 5 %, provenientes de los residuos industriales, y la arena manufacturada sustituyo por completo al agregado fino. Se ejecuto un análisis experimental sobre sus propiedades físico-mecánicas, y las emisiones equivalentes de CO₂ para evaluar los beneficios ambientales. Para el sistema de mezcla binaria de cemento, basándose en las particularidades mecánicas observadas del concreto, se determinó que la proporción óptima era del 15 % de RM y del 10 % de SF en volumen de cemento y en el caso del sistema cementoso combinado ternario, la inclusión de un 10 % de RM y un 10 % de SF en la mezcla de cemento muestra una mejora significativamente en su capacidad a la resistencia por compresión en comparación con las pruebas alternativas realizadas.

Antecedentes nacionales

Apaza & Mallqui [2], El propósito primordial de la investigación consiste en identificar el nivel óptimo de porcentaje de metacaolín para aplicar en sustitución del cemento para que el hormigón estructural reduzca su permeabilidad, tomando en consideración las fuentes nacionales e internacionales consultadas como base de información. La cual tuvo una orientación aplicada con enfoque deductivo. Se empleó un enfoque retrospectivo como método de recopilación de datos, utilizando tablas de normas nacionales e internacionales, así como información previa relevante sobre el tema de investigación. La investigación se realizó de manera descriptiva, correlacional y explicativa. Debido a que investigando la conexión o vínculo existente entre la variable dependiente e independiente, las cuales fueron la adición del metacaolín y la permeabilidad del concreto estructural respectivamente, se adoptó un enfoque causal. Los resultados obtenidos manifestaron que al sustituir el 10% del cemento por metacaolín en la mezcla de hormigón, se evidenció un crecimiento en la capacidad de resistencia tanto a la flexión como a la compresión. En términos de permeabilidad del hormigón, se observó una disminución en la porosidad al sustituir el 20% de metacaolín, así como al ion cloruro su propiedad de permeabilidad tuvo una disminución y la expansión álcali-sílice al utilizar un 15% de metacaolín. Sin embargo, se observó una disminución en el asentamiento en estado fresco a medida que se incrementaba el reemplazo de metacaolín, lo que afectó la trabajabilidad del hormigón cuando se superó el 10% de sustitución.

Rodríguez & Vásquez [14], El diseño central de esta investigación es examinar las particularidades físico-mecánicas del concreto estructural con un valor de $f'c=210$ kg/cm² de resistencia, empleando el reemplazo del cemento de manera partidaria por el metacaolín y ceniza volante; como punto de partida, Se ejecutó unas pruebas de concentración alcalina y el análisis químico tanto de la ceniza pulverizada como del metacaolín. Posteriormente, se llevó a cabo una preparación de mezcla con el fin de examinar las facultades físico-mecánicas del concreto estructural. Se realizaron pruebas tanto en un concreto de referencia como en un concreto que presentaba un reemplazo proporcional del cemento por la composición de ceniza volante y metacaolín, en proporciones de 1:1, con sustituciones del 5%, 10% y 15%. A través de los resultados obtenido se concluye que: Se logro una temperatura optima, con el concreto base y con adiciones del 5,10 y 15% del metacaolín y la ceniza volante en una variación porcentual de la cantidad de cemento. Se pudo apreciar que al sustituir el cemento por la combinación de Metacaolín y CV en proporciones de 5, 10 y 15%, se produjo en las muestras un progreso sustancial en la resistencia a fuerzas de compresión y en la flexión de las vigas de concreto., especialmente con una sustitución del 10%, después de un período de curado de 28 días. Finalmente, existe una alta probabilidad del 99.7%, de que al reemplazar el 10% de Ceniza Volante y Metacaolín por el cemento, se pueda obtener resistencias a compresión superiores a las establecidas en el diseño.

Chavez & Laban [9], El propósito de la investigación es elaborar concreto ligero en bloques de mampostería con aserrín para su aplicación en muros no estructurales de viviendas en la localidad de Piura. El enfoque de investigación utilizado en este estudio fue cuasiexperimental. El grupo de muestra comprendió un total de 36 ladrillos de concreto ligero elaborados con la inclusión de aserrín. Se emplearon técnicas de laboratorio y observación como métodos de adquirir los datos en esta investigación. Para la adquisición de datos, se emplearon fichas de recolección suministradas por el laboratorio. Los resultados obtenidos indicaron que, para lograr un diseño de mezcla que contemple 1 kg de cemento, se deben agregar 1.8 kilogramos de arena gruesa, 0.40 litros de agua y 0.158 kilogramos de aserrín. Por otra parte, en el ensayo correspondiente a su resistencia a fuerzas de compresión las muestras añadiendo aserrín con porcentajes del 10% y 15% no cumplieron con lo requerido. La aplicación de esta proporción nos proporcionó un valor de 131 kg/cm² de resistencia a fuerzas de compresión, cumpliendo con los criterios establecidos en el diseño de mezclas. En conclusión, Este estudio concluyó que

el óptimo diseño para la producción de ladrillos de concreto liviano, de acuerdo con los estándares vigentes en Perú, consiste en incorporar un 5% de aserrín en la mezcla.

Huirma[22], el diseño primordial de esta investigación reside en la determinación y establecimiento de la viabilidad y aplicabilidad del aserrín como componente en la producción de bloques de concreto en la localidad de Juliaca. Utilizando una técnica respaldada por el método analítico, la investigación adopta un enfoque experimental, caracterizado por un diseño que establece relaciones entre variables y un nivel de investigación que se centra en la correlación entre diferentes aspectos. De una población de 150 bloques de concreto, se seleccionaron 99 unidades para experimentar con la adición de aserrín. Se utilizarán métodos de observación y experimentación, haciendo uso de herramientas como la granulometría y las máquinas de compresión. La evaluación de la eficacia se llevará a cabo mediante la clasificación en niveles de óptimo, regular y deficiente para analizar la resistencia del concreto incorporando aserrín. Los frutos indican que, con una proporción del 5% de aserrín (a los 28 días), los bloques cumplen con los estándares mínimos estipulados. Asimismo, al emplear un porcentaje del 10% de aserrín, las resistencias promedio registradas son de 102.6, 108.8 y 115.6 kg/cm², manteniéndose también dentro de las medidas señaladas por la normativa. Se deduce, por tanto, que la viabilidad de incorporar aserrín en un 5% y un 10% se respalda en los resultados obtenidos del módulo de finura del agregado y de los análisis granulométricos, los cuales se sitúan dentro de las condiciones señaladas, considerando un tamaño máximo nominal del agregado grueso de ¾”.

Antecedentes locales

Ydrogo [23], La finalidad del presente estudio es fabricar un concreto al que el cemento será reemplazado parcialmente por la incorporación de aserrín calcinado y puzolana de la mazorca de maíz hecho ceniza, la metodología adoptada por la investigación es experimental, con porcentajes del 4, 6, 8 y 10% del aserrín y del polvo de la mazorca de maíz, la resistencia a fuerzas de compresión elegida para la producción de las muestras fue de 280 kg/cm² y de 210 kg/cm² para el patrón de referencia, las facultades evaluadas del concreto fresco a través de los estudios son de contenido de aire, peso unitario, temperatura y de asentamientos, por otra parte, se elaboraron un total de 180 probetas por cada ensayo realizado al concreto endurecido que fueron ensayados con un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días, se llevaron a cabo pruebas para determinar el coeficiente de estabilidad volumétrica, así como la tolerancia a fuerzas de flexión, compresión y tracción del material, dentro del intervalo de muestras planteadas, las

combinaciones de 4% de ceniza de aserrín y 6% de ceniza de mazorca de maíz fueron las más óptimas, sin embargo, los hallazgos alcanzados de los ensayos revelaron una reducción significativa en las características físico-mecánicas. Por tanto, se llegó a la conclusión de que se logran mayores ventajas al utilizar las cenizas por separado, Siempre y cuando satisfagan los criterios establecidos por el RNE.

Bases teórico-científicas

Normativa

NTE E.070 albañilería - 2020

Define los criterios y los requerimientos básicos que se deben cumplir en el diseño, proceso de construcción, análisis, selección de materiales, garantía de calidad y supervisión de construcciones, cuya estructura se basa primordialmente en muros armados y muros confinados. Dentro del contexto de este estudio, se consultó la norma mencionada con el fin de esclarecer algunas dudas relacionadas con la categorización de la albañilería a nivel nacional y para establecer los estándares y mínimos indispensables que deben ser satisfechos para que tanto la unidad como sus constituyentes sean legítimos. [24]

Método normalizado de contenido total evaporable de humedad, NTP 339.185:2021

Define una técnica para medir la cantidad de humedad que se puede evaporizar en un ejemplar de áridos mediante el proceso de secado, abarcando tanto la humedad externa como la presente en los espacios porosos del agregado. Es importante señalar que algunos agregados pueden retener agua que está químicamente ligada a los minerales en el agregado y que no puede ser eliminada por evaporación. Por lo tanto, este método de prueba no considera esta agua en el porcentaje calculado. Fue publicada el 29 de octubre del 2021 [25].

Muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto, NTP 399.604:2002

Describe el procedimiento para recolectar muestras y realizar pruebas en los bloques. El objetivo es determinar sus magnitudes, contenido de absorción, humedad, densidad, y resistencia a fuerzas de compresión. Esta normativa se utilizó para analizar las propiedades físicas los bloques de concreto. Fue publicada el 15 de diciembre de 2002. [26]

Ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería, NTP 399.605:2013

Establece de manera precisa las directrices concernientes a la manufactura y evaluación, así como las operaciones de cálculo indispensables para la identificación de su resistencia a la compresión. Este análisis de resistencia a fuerzas de compresión se utiliza con el propósito de corroborar si dichos prismas satisfacen los estándares predefinidos de resistencia exigidos para la albañilería. En un contexto de investigación, la aplicación de este método de prueba se valora no solo como un medio de verificación, sino también como una base de referencia fundamental, estableciendo parámetros de control vitales mediante los procedimientos rigurosos de fabricación y evaluación de prismas. Además de abordar las pautas para la evaluación de prismas manufacturados, esta normativa también abarca exhaustivamente los pasos necesarios para determinar la resistencia a fuerzas de compresión de prismas derivados de muestras extraídas de obras de albañilería. Cabe destacar que esta disposición fue oficialmente promulgada el 9 de enero de 2013. [27]

Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería, NTP 399.621:2004

Detalla el método de ensayo empleado para calcular la resistencia a fuerzas de compresión en una orientación diagonal, también conocida como corte, en muros de albañilería con dimensiones mínimas estipuladas de 60 cm x 60 cm. Este proceso implica la aplicación controlada de una carga de compresión a lo largo de una diagonal específica, generando así una falla caracterizada por tracción diagonal y la subsiguiente formación de fisuras en la dirección paralela al vector de la carga aplicada. Es importante resaltar que esta normativa fue promulgada oficialmente el 10 de junio de 2004. [28]

Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, NTP 400.012:2013

Detalla de manera específica el método para examinar la asignación de tamaños de partículas en los agregados fino, grueso y total mediante el proceso de tamizado. Se establece que los valores expresados en el Sistema Internacional (SI) deben ser considerados como puntos de referencia primordiales para este análisis. A diferencia de la norma ASTM E-11, la cual utiliza tamices designados en pulgadas, esta normativa peruana adopta unidades del SI que son exactamente equivalentes, garantizando así la coherencia y la compatibilidad en los resultados obtenidos. Es importante señalar que esta disposición fue oficialmente promulgada el 31 de mayo de 2001. [29]

Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso, NTP 400.021:2013

El objetivo primordial de esta normativa es establecer un procedimiento específico destinado a la determinación de la densidad media de las partículas que componen el agregado grueso, excluyendo cualquier consideración respecto a los espacios interparticulares. Además, se busca definir de manera precisa la densidad relativa, también conocida como gravedad específica, así como la capacidad de absorción inherente al agregado grueso. Es importante resaltar que este estándar fue oficialmente divulgado el 27 de junio de 2018. [30]

Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa y absorción del agregado fino, NTP 400.022:2013

Define un procedimiento para calcular del agregado fino su densidad media (excluyendo los espacios entre las partículas), la densidad relativa y la capacidad del agregado fino de absorción. Fue publicada el 26 de diciembre del 2013. [31]

Ladrillos de concreto. Requisitos, NTP 399.601:2006

Esta normativa define las circunstancias que deben ser satisfechas por los bloques de peso estándar y unidades sólidas comparables utilizados en albañilería estructural o en el revestimiento de las estructuras. Estos ladrillos se fabrican empleando cemento Portland, agregados y agua, con o sin la incorporación de otros materiales. Fue publicada el 11 de diciembre del 2015. [32]

Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad y los vacíos en los agregados, NTP 400.017:2011

Esta directriz detalla el procedimiento para la estimación de la densidad de masa, es decir, el peso por unidad de volumen, de los agregados en su estado tanto suelto como compactado. Además, posibilita la determinación de los vacíos entre partículas en los agregados finos, gruesos o en una mezcla de ambos, empleando un único método. Este protocolo de evaluación se considera apropiado para agregados con un máximo de tamaño nominal de hasta 12.5 cm. [33]

Agregados para concreto. Requisitos, NTP 400.037:2018

Se define las especificaciones relativas a la granulometría y la calidad de los agregados gruesos y finos destinados a su empleo en concreto. Puede ser utilizada como un componente

en las especificaciones técnicas de proyectos de construcción, donde se establece la calidad y otras propiedades particulares de los agregados. Fue publicada el 30 de enero del 2018. [34]

Bloques de concreto para tu uso estructural. Requisitos, NTP 399.602:2002

Se define los estándares que corresponden ser satisfechos por los bloques de concreto con cavidades, fabricados utilizando cemento, agua y agregados de densidad estándar, ya sea con o sin la incorporación de otros materiales. Estos bloques se utilizan en la construcción de muros diseñados para soportar cargas. Fue publicada el 5 de diciembre del 2002. [35]

Especificación normalizada para morteros, NTP 399.610:2013

Se define las pautas para los morteros usados en la edificación de estructuras de albañilería, sean reforzadas o no. Esta norma abarca cuatro categorías de mortero con opciones específicas en cuanto a proporciones y características. [36]

Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado, NTP 334.051:2019

Se describe el método para calcular en morteros de cemento Portland su resistencia a fuerzas de compresión, utilizando cubos con una dimensión de 50 mm de arista. Fue publicada el 27 de diciembre del 2019. [37]

Bloque de concreto

Según la NTP 399.602 [35], que se centra en la verificación de las particularidades de los bloques alveolares de hormigón., las cuales pueden ser utilizadas en estructuras de forma estructural y no estructural, para la fabricación de estos bloques demanda una amalgama de componentes, que comprende la incorporación de cemento, para cuya confección se emplean cemento, agua, y agregados de naturaleza tanto fina como gruesa. Tienen una forma prismática y no requieren de armadura adicional. El bloque de concreto se caracteriza por ser un tipo de mampostería prefabricada utilizado para construir tabiques de forma rápida. Se destaca por su facilidad de uso y para alcanzar una adhesión efectiva y un rendimiento estructural óptimo, es imperativo permitir un periodo suficiente de reposo. En lo referente a su estructura, se emplea una mezcla de hormigón fino o mortero de cemento, y se realiza una meticulosa calibración de su granulometría. Los bloques de concreto tienen una forma prismática con dos huecos para reducir el peso de la estructura. Las dimensiones de los bloques están normadas y se utilizan moldes de metal o madera para su fabricación. Además de la conformación rectangular, se

hallan otros bocetos que favorecen la instalación de sistemas sanitarios y eléctricos. El bloque de concreto ligero está estrechamente vinculado al uso del concreto en la construcción. El concreto se compone principalmente de cemento Portland, agregados, agua y desempeña un papel crucial en la industria de la construcción al suministrar una base sólida. Además, la consistencia del concreto puede mejorarse mediante el uso de aditivos o sustancias especiales. [24]

Se pueden utilizar bloques de las siguientes dimensiones para su aplicación en albañilería confinada y armada.

Tabla 1: Dimensiones de la unidad

LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)
29	14	19
39	14	
39	12	

Fuente: NTP 399.602

Tabla 2: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f _b mínimo en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Fuente: Norma E.070 Albañilería

Dosificación

Consiste en comparar los volúmenes de los materiales necesarios para el proceso de elaboración de bloques, teniendo en cuenta la granulometría y utilizando una balanza para lograr una mezcla uniforme. Mediante una dosificación adecuada, se logra la cohesión necesaria de la mezcla, facultando la extracción y transporte de los bloques sin sufrir desintegración o

deterioro durante su manipulación. Además, se busca obtener una compactación óptima para reducir su absorción de agua, asegurando su resistencia ante posibles afectaciones adversas, así como un acabado superficial adecuado sin alterar su apariencia original. [22]

Moldeado

Se trata de llevar la mezcla al recipiente donde se dará forma a los bloques, utilizando las medidas requeridas. Se coloca la mezcla en el recipiente y se ajusta para que quede nivelada con el borde, esto se realiza en aproximadamente 3 minutos. Es importante evitar que la mezcla se segregue si el tiempo de manipulación es prolongado. Una vez completado este paso, se retiran los moldes o bandejas de madera y se aplica una capa de polvillo selecto o aceite quemado para evitar que la mezcla se adhiera al molde. Es esencial asegurarse de que el recipiente esté limpio antes de su uso, y es igualmente imperativo la extracción de los martillos compactadores previamente a la aplicación de la vibración, con el propósito de garantizar una compactación óptima de la mezcla. Después de su uso, los martillos deben limpiarse y aceitarse para evitar la oxidación y la acumulación de residuos de la mezcla, siempre teniendo en cuenta la durabilidad y resistencia de los bloques como referencia. [22]

Componentes del ladrillo de concreto

a. Cemento Portland

La producción de cemento comienza con la extracción de piedra caliza en canteras, mediante métodos como el uso de maquinaria pesada o explosivos. Una vez extraídas, a través de camiones se trasladarán las rocas a las plantas de pulverización primaria. Aquí, la piedra caliza de tamaño mayores a 700 mm será molida para reducir sus dimensiones a valores menores a 60 mm. Luego, con el propósito de disminuir aún más su medida pasara por una trituración secundaria, obteniendo partículas en el rango de 0,006 mm hasta 0,02 mm de diámetro. A continuación, empleando el seleccionado de las materias primas se procederá a la gestación del crudo, las cuales serán como calizas, margas, arcillas y otros reformadores de módulos, como vendrían a ser la arena y la ceniza de pirita. Estos componentes se combinan para formar el crudo de cemento, que luego se introduce en un precocinado continuo, que es un horno cilíndrico giratorio. Aquí, el crudo puede reposar a temperaturas que oscilan entre 850 °C y 1500 °C durante 20 a 30 minutos. Como resultado de este proceso, se forma un mineral llamado Clinker. Posteriormente, el Clinker se enfría gradualmente y se tritura con la adición de un

moderador para el endurecimiento, que ordinariamente es el yeso y otros materiales calizos. Esto da como resultado al cemento como producto final. [2]

b. Cemento Portland – Tipo MS

El Cemento Portland Tipo MS es una opción óptima para proteger el concreto de la corrosión causada por el salitre, especialmente en climas cálidos gracias a su capacidad de hidratación moderada. Sus beneficios incluyen una nueva fórmula que proporciona mayor resistencia química e impermeabilidad al concreto, así como la protección del acero contra la corrosión, lo que aumenta la durabilidad de las estructuras. Además, es ideal para proyectos en ambientes y suelos húmedos y salitrosos, ofrece excelentes propiedades de resistencia a lo largo del tiempo y está disponible en diferentes presentaciones, como bolsas de 42.5 kg, a granel y big bags de 1TM. Garantiza la máxima frescura gracias a la fecha y hora de envasado, y es respetuoso con el medio ambiente. [37]

c. Agregado fino

Utilizando los conceptos brindados por la NTP 400.037, al material fino se precisa como el material que procede de rocas naturales o que de forma artificial ha sido fraccionado y con la intención que cruce por el tamiz de 9,5 mm (3/8 pulgadas), acatando con las obligaciones establecidos por la normativa efectiva. En el caso de hormigones no abrasivos, los materiales con dimensiones más pequeñas que las mallas de 75 mm (N°200) se establece un límite máximo del 5%, esto significa que el contenido de partículas más finas que 75 mm debe ser inferior al 5% del agregado fino total utilizado en la mezcla de concreto. En el caso de agregados finos obtenidos de manera artificial o en todo caso de agregados reciclados, que poseen características más finas que 75 mm (N°200) y que contengan polvo de trituración, deberán estar prácticamente libres de arcilla o esquisto. En estos casos, el límite establecido debe comprender valores de 5% al 7% cuando se utilice en concretos sujetos a la abrasión. [34]

Tabla 3: Granulometría del Agregado Fino

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO	
MALLA ASTM	% QUE PASA
3/8 pulg. (9,5 mm)	100
Nº 4 (4,75 mm)	95 a 100
Nº 8 (2,36 mm)	80 a 100
Nº 16 (1,18 mm)	50 a 85
Nº 30 (0,60 mm)	25 a 60
Nº 50 (0,3 mm)	5 a 30
Nº 100 (0,15 mm)	0 a 10
Nº 200 (0,075 mm)	0 a 3 ^{AB}

Fuente: NTP 400.037

d. Agregado grueso

El material para el agregado grueso será confitillo, que acate con las características de tamaño detalladas en la tabla correspondiente. Siempre y cuando las pruebas realizadas en pilas y muretes demuestren que se alcanzan las resistencias definidas en los planes, se podrá emplear otro tipo de confitillo con diferentes especificaciones de tamaño.

Tabla 4: Granulometría del Agregado Grueso

GRANULOMETRIA DEL CONFITILLO	
MALLA ASTM	% QUE PASA
1/2 pulgada	100
3/8 pulgada	85 a 100
Nº 4 (4,75 mm)	10 a 30
Nº 8 (2,36 mm)	0 a 10
Nº 16 (1,18 mm)	0 a 5

Fuente: RNE E0.70 Albañilería

e. Agua

De acuerdo con la NTP 339.088, el agua desempeña un papel esencial en la mezcla de agregados y cemento Portland, ya que facilita y asegura las reacciones químicas necesarias para la formación del concreto. Es importante tomar en consideración que el agua utilizada en esta mezcla debe provenir de una fuente potable y estar apta para que el humano la consuma. El uso de agua de calidad adecuada es fundamental para garantizar la durabilidad y las propiedades deseadas del concreto. El agua potable satisface los criterios de excelencia normativa prescritos., lo que significa que es segura para el consumo humano y no contiene contaminantes o sustancias que puedan afectar negativamente la mezcla de concreto debe estar libre de impurezas como sustancias

orgánicas, aceites, ácidos u otros elementos que puedan interferir con las reacciones químicas o la resistencia del concreto y comprometer la durabilidad. [38]

Aserrín de madera

El aserrín es un producto en forma de polvo que se genera como desecho en las actividades de incisión y tratamiento de la madera realizadas por los aserradores. Está compuesto por pequeñas partículas de madera o astillas de diferentes formas y tamaños. A lo largo de los años, el aserrín ha sido empleado en la industria de la construcción debido a sus características físicas y mecánicas, que le proporcionan ligereza y facilidad de manipulación. El aserrín tiene propiedades que pueden variar según el tipo de árbol del que proviene. Cada especie de árbol tiene características particulares en cuanto a la densidad, dureza y resistencia de la madera, lo que se refleja en las propiedades del aserrín resultante. [20]

Durante el procedimiento de cepillado o corte de tablones mediante brocas, se adquiere el aserrín como subproducto de la madera. Tiene una apariencia similar a hojas curvadas o en forma de espiral. Dependiendo del tamaño de las partículas, también se le conoce como viruta, según algunos investigadores. El aserrín posee características de adherencia que lo hacen muy útil en la industria de la construcción. Cuando se mezcla con cemento, puede provocar un efecto de endurecimiento. Esto se debe a que las partículas de aserrín se adhieren al cemento y contribuyen a su proceso de fraguado y endurecimiento. [22]

En relación con las características del aserrín, se puede aseverar que las dimensiones de la muestra guardan una relación proporcional al ancho de los dientes de la sierra que se utilizara para cortar la madera, existe la sierra circular y la sierra de cinta las cuales dan un resultado de 7 mm y de 2mm a 3 mm respectivamente, se diferencia entre aserrín fino y el aserrín grueso, según su granulometría el tamaño del aserrín fino va de 2mm a menos y el aserrín grueso de 2mm e inferior a 4,75 mm. [4]

El aserrín de la madera es un material formado por fibras, compuesta principalmente por celulosa en un 50%, lignina en un 30% y otros componentes que representan el 20% como resina, agua y almidón. Asu vez, dentro de su estructura química, la madera está compuesta por aproximadamente un 42% de oxígeno, un 50% de carbono, un 6% de hidrógeno, un 1% de nitrógeno y de cenizas. En la industria, se utiliza exclusivamente el tronco del árbol debido a sus numerosas aplicaciones. [22]

Debido a los componentes por el cual está formado el aserrín, destacan sus propiedades de dureza, flexibilidad, densidad, resistencia y conductividad térmica, la cual funciona como una capa protectora del material, evitando que la mezcla se distorsione. En cambio, permite homogeneizarla mediante vibración o movimientos de presión en el molde del recipiente, logrando una compactación adecuada. Utilizando este material, se construyen edificios e infraestructuras, incluyendo cubiertas. Dependiendo del tipo de material añadido en pequeñas cantidades de aserrín a la mezcla, se pueden modificar y mejorar las propiedades de los bloques de concreto en comparación a su estado original. Sin embargo, es importante tener cuidado al emplear este material, ya que un exceso en la dosis puede causar que el producto final se distorsione. Por lo tanto, su uso debe ser realizado con precaución, sin afectar otras características. [22]

Propiedades y características del aserrín

Las propiedades y características son ventajas proporcionadas por el aserrín al agregarse a un producto, y esto dependerá de la cantidad partículas de polvillo y/o de la cantidad de masa, que determinarán las proporciones apropiadas de mezcla. Estas ventajas del aserrín son resultado de su uso como materia prima, a menudo descartada. Sin embargo, generalmente se utiliza la capa externa del tronco. El aserrín consiste en láminas delgadas que han sido cortadas, y debido a su flexibilidad, puede añadirse a ciertas mezclas, lo que puede resultar en una durabilidad superior a la esperada del producto final. Esta situación deviene de la naturaleza del aserrín, el cual representa una amalgama de partículas diminutas o residuos de polvo que resultan de la operación de corte del material. [22]

Tabla 5: Propiedades y Características del Aserrín

PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL ASERRÍN		
PROPIEDADES		CARACTERÍSTICAS
RESISTENCIA	DENSIDAD	- Pigmentación - Adherencia - Manipulación Su composición principal de fibras celulosa unidas a base de lignina. - 50% de carbono - 42% de oxígeno - 6% de hidrogeno - 2% de nitrógeno
La máxima resistencia se alcanzará cuando la fuerza actúe en paralelo a las fibras, mientras que la resistencia disminuirá cuando la fuerza actúe en sentido perpendicular a las mismas.	El contenido de agua es un factor determinante, como es lógico. Podemos distinguir entre la densidad absoluta y la densidad aparente. La densidad absoluta está influenciada por la celulosa y sus derivados, mientras que la densidad aparente se ve afectada por los poros presentes en la madera.	
FLEXIBILIDAD		
La madera puede adquirir formas curvas o doblarse mediante la aplicación de calor, humedad y presión. La madera joven se dobla más fácilmente que la madera antigua.		
DUREZA	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	
La dureza de la madera varía dependiendo del tipo de madera y está directamente relacionada con su densidad. Cuanto mayor sea la densidad, mayor será la dureza. Sin embargo, cuando la humedad es alta, la dureza de la madera disminuye significativamente.	La madera seca contiene pequeñas células que actúan como burbujas de aire, lo que le confiere propiedades aislantes térmicas.	

Fuente: Huirma Barriales.

Lupuna Blanca (Ceiba pentandra (L.) Gaertner)

a. Descripción botánica:

Es un árbol con un diámetro que varía de 100 a 200 cm o más y una altura de 30 a 40 metros o incluso más. Tiene ramificación en el segundo o tercer tercio del tronco, con una base abultada y las estructuras radicales aéreas, de configuración aliforme, tienen la capacidad de extenderse verticalmente hasta una altura máxima de 4 metros.. La corteza exterior muestra grietas y tiene un color que va desde el marrón grisáceo hasta el verdusco, con espinas cónicas afiladas de 4-6 cm de longitud. Este organismo habita los bosques pluviales de la zona Neotropical. Es común y ampliamente distribuida en la Amazonia peruana, así como en los departamentos de San Martín, Huánuco, Ucayali y Loreto, donde es dominante en bosques primarios y secundarios. Se le encuentra en áreas con altas y constantes precipitaciones, pero también en zonas con estaciones secas marcadas. Esta especie tiende a necesitar una gran cantidad de luz solar y crece rápidamente en una variedad de condiciones, desde bosques secundarios en etapas tempranas cerca de caminos y riberas hasta bosques primarios. Puede adaptarse a diferentes tipos de suelos en términos de textura, acidez y fertilidad, incluso en suelos

temporariamente inundables o con una alta cantidad de pedregosidad. La madera de la Ceiba pentandra, también conocida como Lupuna blanca, es fácil de aserrar y se trabaja bien con herramientas de carpintería. [39]

Tabla 6: Propiedades Físicas y Mecánicas

LUPUNA BLANCA (CEIBA PENTANDRA)			
PROPIEDADES FISICAS		PROPIEDADES MECANICAS	
Densidad Basica	0.28 g/cm ³	Módulo de elasticidad en flexión	450,10 kg/cm ²
		Módulo de rotura en flexión	399 kg/cm ²
Contracción Tangencial	9.01%	Compresión paralela (RM)	242 kg/cm ²
		Compresión perpendicular (ELP)	25 kg/cm ²
Contracción Radial	3.10%	Corte paralelo a las fibras	38 kg/cm ²
		Dureza en los lados	236 kg/cm ²
Contracción Volumétrica	10.70%	Tenacidad (Resistencia al choque)	1.69 kg-m

Fuente: Herbert Oldemar Valerio Requiz.

Criterios utilizados para clasificar el aserrín como agregado fino

La disposición técnica NTP 400.037 fija los criterios referentes al tamaño granular y la excelencia de los agregados finos y gruesos empleados en la elaboración del hormigón. Su aplicación se extiende a la determinación de los estándares técnicos pertinentes en obras de construcción, delineando con precisión la calidad y demás atributos particulares de los agregados. [34]

Puzolanas

Las puzolanas son materia prima rica en sílice y alúmina, las cuales por si solas no poseen propiedades hidráulicas. Sin embargo, se pueden crear productos seguros con propiedades hidráulicas, cuando se encuentran pulverizadas de manera fina, contando con temperatura ambiente en presencia de agua y cal. Además, tienen la facultad de generar compuestos hidratados que muestran propiedades de cohesión. Los componentes puzolánicos en estado vítreo pueden contener diferentes magnitudes de alúmina y sílice, y a veces también pueden incluir minerales pasivos como magnetita, cristal de roca, feldespato, entre otros. [2]

La puzolana está compuesta por una fase activa que tiene la capacidad de reaccionar con la cal proveniente del cemento Portland hidratado. Como consecuencia de esta reacción, la

puzolana se integra en el proceso de hidratación, lo que conduce a una disminución en el contenido de silicato y un aumento en la formación de silicato de calcio hidratado. Estos periodos activos poseen una transferencia de calor inconsistentes y suelen estar compuestas por materiales amorfos. [2]

Ventajas de las sustituciones

- Experimenta una mejora en su desempeño, tanto en su estado inicial como en su estado de fraguado, beneficiando aspectos clave como la durabilidad, la resistencia y la trabajabilidad.
- Permite a los productores de concreto satisfacer sus necesidades al poder realizar diseños de mezcla con la aplicación deseada.
- Proporciona un control sobre los efectos no deseados que pueden ocurrir al utilizar mayores cantidades de cemento Portland, como fisuraciones y una elevada generación de calor durante la hidratación.

Metacaolín

El metacaolín, de acuerdo con la norma ASTM C618, es una puzolana natural compuesta de alúmina y sílice. Se obtiene mediante la activación térmica o mecánica del caolín. Por lo general, para la elaboración del metacaolín, el caolín manejado contiene el mineral arcilloso caolinita en elevados porcentajes de entre el 40% al 70%. El metacaolín se puede emplear en el concreto con el fin de que las propiedades mecánicas y la durabilidad sean mejoradas, a la vez que realza su aspecto estético gracias a su color blanco [2]. El Caolín experimenta cambios en su estructura cristalina cuando se calcina a temperaturas que oscilen entre los 700°C y 800°C, debido a la pérdida de agua que rompe los enlaces de los grupos hidroxilo (OH) según los vínculos Van de Waals. Es posible considerar otros rangos de temperatura, como 700°C y 900°C, dependiendo del tiempo de calcinación deseado, las condiciones del horno utilizado para el proceso, la pureza y el tamaño de las partículas de caolín. Estos factores son importantes para obtener un producto de mayor calidad y mejorar sus propiedades. [40]

El metacaolín ofrece beneficios específicos de dos maneras distintas. En primer lugar, actúa como un agente de llenado, en la cual su finura ayuda a densificar la matriz pastosa, al igual que lo hace el humo de sílice. En segundo lugar, para la nucleación de hidratos se genera una superficie complementaria provista por el metacaolín fino, lo que provoca que el cemento acelere su hidratación. En resumen, con la activación del caolín de forma mecánica o térmica,

se transforma a la puzolana metacaolín, la cual se puede utilizar en el concreto para la mejoría de sus cualidades mecánicas y de durabilidad. Además, promueve rasgos específicos como el relleno, el aumento de la velocidad de la hidratación y la formación de hidratos estructurales en la mezcla. [2]

El hidrato cálcico desempeña un papel reactivo y desencadenante en la hidratación del metacaolín. Actúa de forma independiente al cemento y forma un compuesto secundario conocido como C2S. Posteriormente, se forma un gel denominado gel de silicato de calcio hidratado, junto con silicio aluminato bicalcico hidratado y, en particularidades, hidro granates. En la mejora de las propiedades mecánicas de la mezcla, estos elementos desempeñan un papel activo. [40]

Proceso de elaboración de bloques

Para llevar a cabo el proceso de elaboración, se necesitan diversos materiales, como arena, confitillo, cemento, agua, agregados como el aserrín calcinado y el metacaolín; El autor de esta investigación llevó a cabo la producción de bloques de concreto, para lo cual, tras obtener información sobre las propiedades de los materiales agregados, desarrolló una composición de mezcla siguiendo las pautas del reglamento ACI-211. Primero, se prepara un área donde se realizará la mezcla en estado seco y luego se agrega el agua. Se utiliza una herramienta llamada lampa, que se mueve en varias direcciones para lograr una mezcla homogénea. Una vez completado este procedimiento, la mezcla se transporta a un recipiente con forma cuadrada, donde se moldea y se incorporan los agregados. En algunos casos, se emplean mezcladoras de concreto, ya sea de tipo trompo o tolva [22]. La proporción ponderada empleada es de 1:5.04:2.99. Bajo esta composición, los ladrillos fueron sometidos a pruebas a los 7, 14 y 28 días, demostrando características superiores, siendo designado el número 51 como ladrillo de referencia. Para la preparación de la mezcla, se utilizaron recipientes de 20 litros y una balanza para llevar a cabo la dosificación ponderada del material, junto con un cilindro graduado de material plástico para medir la cantidad de agua, la cual posteriormente fue vertida en los recipientes. En cuanto a la elaboración de la mezcla, se empleó una mezcladora de tambor no inclinable, también conocida como mezcladora estacionaria de eje vertical. Para la compactación de los ladrillos, se recurrió a una mesa vibradora de dimensiones 1.20 x 0.80 m, equipada con un motor de 2HP, y un molde metálico de dimensiones 40x15x20 cm. En la secuencia de la mezcla, se dispuso el agregado grueso, el agregado fino, el agua, el metacaolín y el aserrín calcinado (este último par no se incluyó en la muestra de referencia). Una vez

completada la mezcla, se procedió a activar la mesa vibradora, durante la cual se vertía la mezcla con la ayuda de un cucharón; la vibración cesaba cuando el molde se llenaba y emergía una película de agua en la superficie, lo que ocurría aproximadamente en un lapso de 30 a 45 segundos. Acto seguido, se desmoldeaba el bloque y se trasladaba al área de almacenamiento, donde se dejaba reposar durante un período de 24 horas. Tras esta etapa, se llevaba a cabo el proceso de curado de los bloques de concreto durante un lapso de aproximadamente 12 horas previo a las evaluaciones subsiguientes.

Concreto ligero

El concreto liviano se caracteriza por tener una densidad igual o inferior a 1900 kg/m³. Su principal ventaja es la reducción de la carga estructural muerta, lo que implica que las fuerzas sísmicas que actúan sobre la estructura se ven disminuidas. Esto contribuye a mejorar la resistencia y la capacidad de respuesta del edificio frente a eventos sísmicos. Además, el concreto liviano presenta propiedades térmicas favorables. Posee una conductividad térmica inferior si se compara con el hormigón tradicional de densidad superior. Esto significa que el concreto liviano proporciona un mejor aislamiento térmico, lo que ayuda a mantener una temperatura más estable dentro de la edificación. Esta característica no solo contribuye al ahorro energético y al confort térmico de los ocupantes, sino que también aumenta la resistencia al fuego del material [4]. De acuerdo con la normativa NTP 399.602, un bloque de concreto será designado como liviano si su densidad registra valores inferiores a 1300 kg/m³. [35]

Clasificación del concreto Ligero

a. De acuerdo con el peso volumétrico y sus propiedades: [7]

- De 280 a 800 Kg/m³, encontramos concretos ligeros que presentan una disminución en su resistencia.
- De 800 a 1400 Kg/m³, se refiere a hormigones de baja densidad con una resistencia promedio y propiedades apropiadas.
- De 1400 a 2100 Kg/m³, nos topamos con la existencia de concretos livianos que ostentan una resistencia estructural restringida y atributos particulares.

b. De acuerdo a los materiales y métodos de fabricación: [7]

- Los concretos desprovistos de elementos finos se distinguen por la utilización de áridos gruesos en sustitución de los finos.

- Los concretos celulares, reconocidos bajo el epíteto de concretos espumosos, engendran huecos mediante la incorporación de burbujas gaseosas.
- El concreto de agregados ligeros emplea agregados artificiales o naturales con densidades bajas.

Métodos Experimentales

Medición de dimensiones

Para llevar a cabo la medición de todas las superficies, se utilizará una regla calibrada de acero con separaciones de 1 mm. Esta normativa facultará la obtención de mediciones exactas referentes a la longitud, anchura, altura, así como los volúmenes mínimos concernientes a las paredes laterales y tabiques. Además, se empleará un calibre Vernier, también conocido como pie de rey, con una calibración de 0.4 mm. Este instrumento proporciona mediciones más detalladas y precisas que la regla calibrada. Con el calibre Vernier, se podrán obtener las amplitudes exactas de las caras laterales y los tabiques, utilizando sus quijadas paralelas de longitud comprendida entre 12.7 mm y 25.4 mm. Es importante enfatizar que todas las comprobaciones se realizarán en muestras enteras, lo que significa que se tomará en consideración la totalidad de las dimensiones para obtener resultados precisos y representativos. [26]

Resistencia a la compresión

Este procedimiento tiene por finalidad es establecer el valor de resistencia a fuerzas de compresión f'_b para cada unidad de albañilería sometida a ensayo. Para llevar a cabo esta evaluación, se colocarán los prototipos de las unidades dentro de la máquina para realizar el ensayo, asegurando que el eje de esfuerzo de la rótula concuerde con el centroide de sus planos de soporte. A continuación, se aplicará una carga gradualmente hasta alcanzar el valor correspondiente a la mitad de la capacidad máxima pronosticada para la unidad. Este proceso garantiza una carga representativa y segura para el ensayo. Posteriormente, se realizarán ajustes en las regulaciones de la máquina de ensayo para lograr un desplazamiento parejo del cabezal móvil. Esto es crucial para asegurar que la carga faltante se aplique de manera controlada y constante en un intervalo de tiempo específico. Se establece que dicho intervalo debe ser de al menos 1 minuto, pero no superior a 2 minutos, lo cual garantiza una aplicación gradual y controlada de la carga adicional. [26]

Absorción

En las pruebas se emplearán tres unidades completas o muestras cortadas de unidades completas que hayan sido debidamente señaladas, pesadas y registradas. Los datos operados de densidad y absorción de las piezas reducidas serán tomados en cuenta como representativos de la unidad completa. La proporción de reducción se incluirá en el informe del ensayo. Durante la fase de saturación, los elementos de prueba se ahondarán en agua a una temperatura que oscile entre 15,6 °C y 26,7 °C durante un período de 24 horas. A continuación, los especímenes serán pesados mientras se hallan suspendidos mediante un alambre de metal y se encuentran completamente inmersos en agua, documentando meticulosamente su peso bajo el agua. Tras su extracción del medio acuoso, se les concede un lapso de 1 minuto para el drenaje al ser dispuestos sobre una rejilla metálica de apertura mayor a 9.5 mm. Acto seguido, se procede a la eliminación del exceso de agua visible mediante un paño humedecido. Posteriormente, se realiza la medición y registro del peso, identificado como peso en estado saturado. En el proceso subsiguiente de secado luego de la saturación, se requiere que los ejemplares sean expuestos a un horno ventilado, mantenido a una temperatura oscilante entre 100 °C y 115 °C, por un periodo no menor a 24 horas, hasta que dos mediciones consecutivas, efectuadas con una diferencia de 2 horas entre cada una, demuestren un aumento de pérdida no superior al 0,2 % del peso final anteriormente establecido del espécimen. Los pesos correspondientes a los especímenes secos serán registrados como peso obtenido tras el proceso de secado en horno. [26]

Alabeo

En las pruebas se utilizará una herramienta de medida, como una regla de acero graduada con secciones de 1 mm, o bien una cuña de medición con dimensiones específicas. Esta cuña tiene un largo de 60 mm, una anchura de 12,5 mm y un espesor que disminuye gradualmente desde una línea ubicada a 12,5 mm del extremo hasta llegar a cero en el extremo opuesto. Es importante que la cuña esté marcada y numerada con secciones de 1 mm para indicar el grosor entre la base AB y el plano inclinado AC. [26]

Resistencia a la compresión axial de pilas

Mediante la acción de una carga vertical, tanto la pieza como el mortero muestran alteraciones verticales, simultáneamente acompañadas de un alargamiento lateral. Si ambos materiales pudieran someterse a deformaciones sin restricciones, experimentarían deformaciones axiales y alargamientos laterales distintos, influenciados por sus respectivas

propiedades de flexibilidad. Sin embargo, la presencia de fricción y adherencia en las superficies de contacto entre los materiales obstaculiza cualquier movimiento relativo. Como consecuencia, tanto el mortero como el bloque deben exhibir una deformación similar. Para garantizar esta condición, el material menos resistente (el mortero) se verá sometido a compresiones laterales en ambas direcciones, mientras que el material más rígido experimentará tensiones laterales. [27]

Resistencia a la compresión en muretes

El ensayo de compresión diagonal aplicado en muros se emplea con el propósito de discernir la resistencia intrínseca ante la acción del corte puro y, en consecuencia, posibilita anticipar la capacidad de resistencia frente a fuerzas cortantes conferidas por la estructura de albañilería, así como el tipo de falla que se produce. Los muretes utilizados en esta prueba tenían una altura de 3 hiladas y dimensiones de 60 cm de lado por 15 cm de espesor, en un patrón de aparejo de soga. La prueba fue ejecutada mediante un dispositivo de ensayo que constaba de una gata hidráulica con una capacidad nominal de 50 toneladas. Esta gata aplica una fuerza a los muretes de manera mecánica, a diferencia del ensayo de pilas. La bomba hidráulica utilizada para suministrar la fuerza tenía una capacidad de 8 litros y una presión máxima de 600 BAR, y la fuerza máxima registrada durante el ensayo se observó visualmente. Se llevó a cabo la regulación de la tasa de imposición de la carga, que fue de 1 tonelada por minuto, y cada ensayo de murete tomó aproximadamente entre 5 y 7 minutos. [28]

Materiales y métodos

Tipo y Nivel de investigación

En esta investigación, según el objetivo que se busca alcanzar es de tipo aplicada; la investigación aplicada se describe como aquella que tiene por intención que, en una problemática existente, se pueda lograr comprender, intervenir, construir y alterarla; su enfoque primordial es el lograr darle una solución a la problemática, priorizando esto por encima del desarrollo de un conocimiento de aplicación universal. La investigación basada en el análisis de la información adquirida será de naturaleza cuantitativa, dado que la investigación busca determinar de manera precisa los patrones de comportamiento en una población, se apoya de porcentajes numéricos y análisis estadísticos para la recolección de datos y corroborar la validación de las hipótesis planteadas. El enfoque metodológico para demostrar la hipótesis, debido a que se procederá a la manipulación de las variables para determinar los efectos en las

características mecánico-físicas de los bloques de concreto a causa de la adición del metacaolín y el aserrín calcinado, se basará en un nivel experimental, Se le otorga esta consideración debido a su capacidad de control sobre las variables, lo que posibilitará alcanzar los objetivos específicos previamente establecidos, los cuales, a su vez, conducirán al logro del objetivo general. [41]

Diseño de investigación

La investigación presenta un diseño de características experimental pura, debido a que se trabajará con dos grupos de estudios, el grupo de control llamado así a los que no se verán influenciados por las variables independientes en ningún momento, que en la presente tesis serán los bloques de concreto patrón y el grupo experimental que comprenderán a los bloques de concreto con la incorporación del metacaolín y el aserrín calcinado en las proporciones establecidas. [41]

Población, muestra y muestreo

Población

La población se constituye de bloques de concreto de dimensiones 40 cm de longitud, 15 cm de anchura y 20 cm de altura, caracterizados por la presencia de tres alvéolos y diseñados para alcanzar una resistencia objetivo de $f'c = 50 \text{ Kg/cm}^2$.

Muestra

La muestra ha sido designada tomando en consideración la NTP 399.604, la NTP 399.605 y la NTP 399.621, y el requerimiento mínimo de muestras de cada ensayo, el bloque de diseño patrón y los bloques correspondientes al diseño patrón con la adición de 10% de metacaolín en sustitución del cemento y con la sustitución parcial del agregado fino por aserrín calcinado del 10%, 15% y 20%, se comprenderá mediante la realización de los ensayos un total de 204 unidades de bloques de concreto, distribuidas en 51 unidades por cada porcentaje.

En el diseño y elaboración de los bloques, se utilizaron moldes que incorporan tres alveolos, siguiendo criterios establecidos por investigaciones anteriores en la misma área. La utilización de tres alveolos no solo facilita la comparación de resultados, sino que también proporciona un balance óptimo entre la resistencia estructural y la reducción de peso. Según estudios previos,

los bloques con tres alveolos presentan un desempeño adecuado en términos de resistencia a la compresión y estabilidad dimensional, lo cual fue verificado mediante los ensayos realizados. Los ensayos incluyeron pruebas de resistencia a la compresión axial y absorción, confirmando que los bloques con tres alveolos cumplen con los estándares establecidos para aplicaciones en construcciones de pocos pisos o como elementos no portantes en edificaciones de gran altura.

Tabla 7: Unidades de bloques de concreto requeridas para ensayos a compresión

Muestras por día	7 Días	14 Días	28 Días	Total de Muestras
Bloque de diseño patron	6	6	6	18
Bloque de diseño patron con 10% de metacaolín y 10 % de aserrin calcinado	6	6	6	18
Bloque de diseño patron con 10% de metacaolín y 15 % de aserrin calcinado	6	6	6	18
Bloque de diseño patron con 10% de metacaolín y 20 % de aserrin calcinado	6	6	6	18
PILAS			24	24
MURETES			72	72
Total	24	24	24	168

Fuente: Desarrollo propio.

Tabla 8: Número total de bloques de concreto

Muestras por Ensayo	Bloque de diseño patron	Bloque de diseño patron con 10% de metacaolín y 10 % de aserrin calcinado	Bloque de diseño patron con 10% de metacaolín y 15 % de aserrin calcinado	Bloque de diseño patron con 10% de metacaolín y 20 % de aserrin calcinado	Total de Muestras
Variación Dimensional - Densidad - Absorción - Alabeo	9	9	9	9	36
Resistencia a la Compresion (unidad, pilas y muretes)	42	42	42	42	168
Total	51	51	51	51	204

Fuente: Desarrollo propio.

Criterios de selección

- La adición del 10% de metacaolín en reemplazo del cemento, se determinó al procesar toda la información de las investigaciones antecesoras y verificar que porcentaje aporó mejores resultados a las propiedades del concreto.
- Los porcentajes del aserrín calcinado del 10%, 15% y 20% sustituyendo al agregado fino, se decretó en base a los porcentajes máximos, mínimos y el valor promedio de tesis predecesoras.

- El aserrín con el que se trabajó es de la madera Lupuna, el cual fue adquirido en el aserradero “Madenor Virgen de la Puerta”, ubicado en la avenida Mariano Cornejo 230, José Leonardo. El paso para seguir fue el calcinado del aserrín debido a sus propiedades orgánicas del material. A continuación, se procedió al zarandeo pasando por el tamiz N°4 para obtener los tamaños requeridos para ser utilizado como agregado fino. [34]
- El metacaolín se obtendrá de la activación térmica de las muestras de caolín en polvo m200, este material fue comprado a la empresa Oregón Chem Group en unidades de 25 kg cada bolsa.
- Se optó por el uso del Cemento MS de Pacasmayo en la producción de los ladrillos, ya que este producto era fácilmente disponible en la región donde se elaboraron. Esto se debió a la expectativa de que las estructuras de albañilería estarían expuestas de manera regular a sulfatos y suelos húmedos, condiciones que son comunes en la ciudad de Chiclayo.
- Los agregados utilizados en la construcción cumplen con los estándares de calidad establecidos en las normativas NTP 400.012 [29] y se obtuvieron de la región de Lambayeque, específicamente de la cantera La Victoria y Tres Tomas, ubicadas en el distrito de Pátapo y en el distrito de Ferreñafe respectivamente.
- El molde empleado en la producción de ladrillos de concreto constituye una matriz comercial confeccionada conforme a las prescripciones establecidas por la normativa NTP 399.602 [35]. Dicha regulación delinea los estándares que han de ser observados por los bloques de concreto que presentan cavidades.
- Adicionalmente, la elección de bloques con tres alveolos responde a la necesidad de optimizar el uso de materiales y reducir costos sin comprometer la resistencia estructural. Los bloques con menos alveolos resultarían en un mayor consumo de material y un peso excesivo, mientras que un número mayor de alveolos podría debilitar la estructura del bloque. Por lo tanto, tres alveolos representan un punto medio que maximiza la eficiencia del material y mantiene la integridad estructural. Esta configuración también facilita la manipulación y colocación de los bloques durante la construcción, reduciendo el esfuerzo físico requerido y el tiempo de construcción, lo cual es beneficioso para los trabajadores y para el proyecto en general.

Hipótesis y Operacionalización de variables

Al adicionar el metacaolín en 10% en reemplazo parcial del cemento y el aserrín calcinado en sustitución parcial del agregado fino en 10%, 15% y 20%, se conseguirá que los bloques de concreto patrón mejoren sus propiedades físico-mecánicas y sean utilizados en muros portantes.

- Variable Independiente: Porcentajes de reemplazo del metacaolín y el aserrín calcinado en la composición de la mezcla.
- Variable dependiente: Propiedades física-mecánicas del bloque de concreto.

Tabla 9: Operacionalización de Variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
VARIABLES INDEPENDIENTES	Metacaolín y aserrín calcinado	Dosificación: Metacaolín (10%) y aserrín calcinado (10%, 15% y 20%)	Analisis granulometrico	mm	NTP 400.012
			Peso especifico	kg/cm ³	NTP 400.022
			Cantidad	% peso	Balanza
VARIABLE DEPENDIENTE	Propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto	Propiedades Físicas de los bloques de concreto	Variación dimensional	mm	NTP 399.604
			Absorción	%	NTP 399.604
			Alabeo	mm	NTP 399.613
			Densidad	kg/cm ³	NTP 399.604
		Propiedades Mecánicas de los bloques de concreto	Resistencia a la Compresión de bloques (f _b)	kg/cm ²	NTP 399.604
			Resistencia a la Compresión axial de pilas (f _m)	kg/cm ²	NTP 399.605
			Resistencia a la Compresión diagonal de muretes (V _m)	kg/cm ²	NTP 399.621

Fuente: Desarrollo propio.

Técnica e instrumentos de recolección de datos

- Técnica de observación directa

Esta técnica se fundamenta en la visualización de forma continua, para que así se pueda describir los hechos ocurridos de manera ordenada y cronológica [4]. Esta metodología fue empleada con el fin de discernir las propiedades fisicoquímicas tanto del metacaolín como del

aserrín, identificar las dosificaciones más adecuadas para la confección de bloques de concreto, y analizar las características físico-mecánicas de dichos bloques tras la inclusión tanto del metacaolín como del aserrín calcinado.

- Técnica del análisis documental

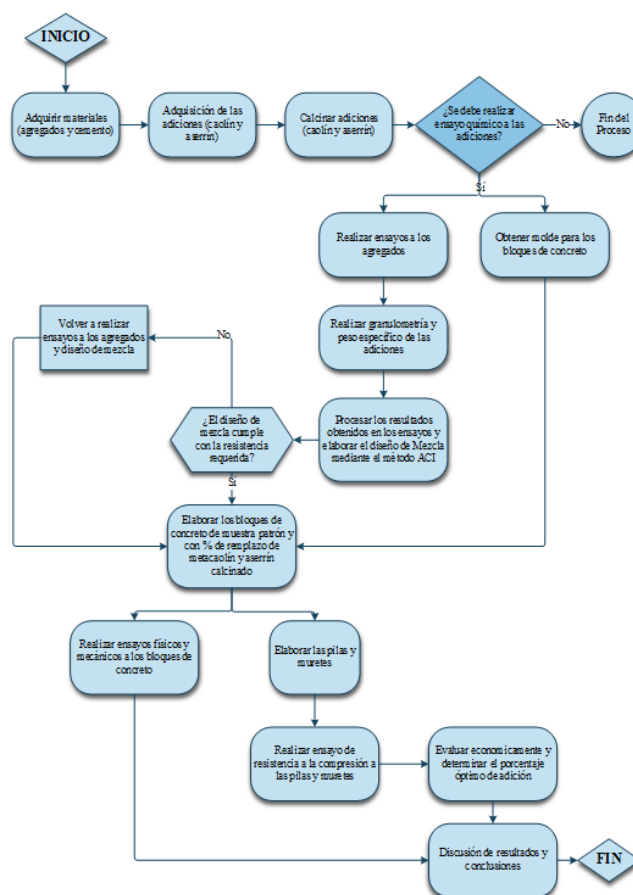
La investigación se ha ayudado de artículos, Los estándares técnicos de Perú, las regulaciones nacionales de construcción y libros con la finalidad de poder recopilar toda la información requerida. [23]

- Ficha de recopilación de información

En esta ficha de recopilación de información, se utilizarán formatos de materiales para registrar los datos obtenidos durante los ensayos elaborados en el laboratorio. A través de la comparación de estos datos y el análisis correspondiente, se llegarán a conclusiones relevantes.

Procedimientos

Ilustración 1: Diagrama de Flujo de procedimientos



Fuente: Desarrollo propio.

Adquisición de materiales

Para iniciar con la investigación, es necesario familiarizarse con las cualidades de los materiales. Por lo tanto, se procuró encontrar un proveedor cuyos materiales satisfagan las exigencias mínimas para su utilización en la elaboración de concreto, para los dos materiales que se adicionaran a la muestra patrón se realizaron los ensayos físicos y químicos correspondientes, para esta investigación se tomó en cuenta su granulometría y peso específico.

Adquisición del metacaolín y del aserrín calcinado

La investigación se centra en la producción de bloques de concreto utilizando aserrín calcinado y metacaolín. En primer lugar, se llevará a cabo el acopio y clasificación de los desechos de madera, los cuales serán proporcionados por talleres aserraderos que cuenten con un adecuado sistema de almacenamiento para este material. Este aserrín fue adquirido en el aserradero "Madenor Virgen de la Puerta". Después de obtener el aserrín, se procederá a su calcinación en un horno artesanal hasta obtener únicamente ceniza. Finalizado este proceso, se realizará un zarandeo para obtener los tamaños necesarios y utilizarlo como agregado fino.

En cuanto al metacaolín, se adquirieron dos paquetes de caolín en polvo m200, cada uno de 25 kg, para que sean calcinados según las dosificaciones planificadas. Este material fue comprado a la empresa Oregón Chem Group; ambos materiales fueron calcinados a una temperatura mayor a 500 °C.

Ilustración 2: Aserradero "Madenor Virgen de la Puerta"



Fuente: Desarrollo propio.

Ilustración 3: Aserrín Calcinado



Fuente: Desarrollo propio.

Obtención del molde para la elaboración del bloque

El molde utilizado fue elaborado en acero y tenía dimensiones de 40 x 15 x 20 cm. Este molde presentaba elementos incorporados que facilitaron la formación de tres alveolos en el bloque final.

Ilustración 4: Molde para la elaboración de bloques de concreto



Fuente: Desarrollo propio.

Ensayos de materiales

La adquisición de los agregados gruesos y finos que serán empleados para la fabricación de las unidades a base de concreto, se obtuvieron de la región de Lambayeque, específicamente de la cantera La Victoria y Tres Tomas, ubicadas en el distrito de Pátapo y en el distrito de Ferreñafe respectivamente.

Se llevaron a cabo pruebas en los materiales con el objetivo de entender sus propiedades, lo que permitiría posteriormente el diseño de la mezcla. Además, se verificó que estos materiales cumplieran con las exigencias mínimos establecidos por las normas mencionadas anteriormente. Entre las pruebas realizadas se incluyeron:

- **Análisis Granulométrico de los agregados (NTP 400.012:2021).**

En un primer paso, se requiere someter la muestra a un proceso de secado de 24 horas, garantizando que el peso inicial depositado en el horno exceda el valor estipulado por las regulaciones correspondientes. Seguidamente, resulta imperativo llevar a cabo la ponderación de la muestra de manera que se obtengan 795 gramos para el material fino y 1610 gramos para el agregado grueso, primordial para la realización de la prueba. En una tercera fase, una vez concluida la ponderación, se procede a la etapa de tamizado mediante el uso de los tamices previamente mencionados, dispuestos en una configuración superpuesta, y ejecutando movimientos rotatorios. Posteriormente, tras la ejecución de los movimientos de tamizado, se desmontan los tamices y se determina el peso del material retenido en cada uno de ellos. En caso de que la suma total de los pesos difiera en más del 1% con respecto al peso inicial, se requiere repetir el proceso de tamizado. Luego, se desarrollan los cálculos pertinentes para determinar el porcentaje retenido parcial, el porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que atraviesa los tamices. Finalmente, se procede a trazar la curva granulométrica como paso concluyente del proceso.

La fase de cálculo se inicia tras la determinación del peso capturado en cada malla, siendo seguido por la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación para obtener el porcentaje correspondiente:

$$\text{Porcentaje de Peso Retenido} = \frac{W_r}{W_s} \times 100\%$$

Donde:

Wr: Peso retenido

Ws: Peso seco de la muestra

Además, se aplicará la fórmula que a continuación se detalla con el propósito de determinar el porcentaje que atraviesa.

$$\text{Porcentaje que pasa} = 100\% - \text{Porcentaje Retenido Acumulado}$$

Ilustración 5: Ensayo Granulométrico de los agregados

Peso del agregado fino	Tamices utilizados para el ensayo	Tamizado del agregado fino
		

Fuente: Desarrollo propio.

Ilustración 6: Ensayo Granulométrico de los agregados

Peso del agregado grueso	Tamices utilizados para el ensayo	Tamizado del agregado grueso
		

Fuente: Desarrollo propio.

- **Contenido de Humedad de los agregados (NTP 339.185:2013).**

En un primer paso, la tarea primordial radica en la selección de la muestra, requisito sine qua non que demanda una cantidad mínima de 500 gramos para el agregado fino y de 1500 gramos para el agregado grueso. Seguidamente, en un segundo momento, se procede a efectuar el pesaje de la muestra, del cual resultaron 565 gramos para el agregado fino y 1585 gramos para el agregado grueso, con miras a la ejecución del ensayo. Posteriormente, en el tercer paso, una vez culminado el proceso de pesaje, se introduce la muestra en el horno con el objetivo de obtener su peso en condición de sequedad. En el cuarto paso, tras extraer la muestra seca del horno, se aguarda el tiempo necesario para que se enfríe a una temperatura apropiada que no comprometa la integridad de la balanza. Finalmente, en el quinto y último paso, se procede al pesaje de la muestra seca utilizando una balanza con una precisión del 0.1%.

Realizaremos el cálculo posteriormente, una vez obtenido el peso definitivo, para determinar el contenido completo de humedad que es susceptible de evaporación:

$$H = 100 (W - P) / P$$

Donde:

H: Contenido de Humedad evaporable de la muestra en porcentaje

W: Masa de la muestra húmeda original en gramos

P: Masa de la muestra seca en gramos

Ilustración 7: Ensayo Contenido de Humedad de los agregados

Peso de la tara	Peso de la tara más el agregado grueso húmedo	Peso de la tara más el agregado grueso seco
		

Fuente: Desarrollo propio.

Ilustración 8: Ensayo Contenido de Humedad de los agregados

Peso de la tara	Peso de la tara más el agregado grueso humedo	Peso de la tara más el agregado grueso seco
		

Fuente: Desarrollo propio.

- **Ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado (NTP 400.021:2020).**

En un primer paso, se hace imprescindible la selección de una muestra que esté saturada superficialmente, pero seca, con un peso mínimo de 500 gramos para el agregado fino. Seguidamente, se procede a llenar parcialmente el picnómetro con agua, seguido por la inserción de los 500 gramos del agregado fino saturado superficialmente seco, llenando el picnómetro hasta alcanzar aproximadamente el 90% de su capacidad. En tercer término, es crucial agitar o hacer rodar manualmente el picnómetro por un lapso de 15 a 20 minutos con el fin de eliminar cualquier burbuja de aire que sea visible. Posteriormente, una vez que las burbujas hayan sido eliminadas por completo, se determina la masa total del picnómetro, la muestra y el agua. En una siguiente etapa, la muestra es colocada sobre una tara y sometida a un proceso de secado en un horno durante un periodo de 24 horas. Finalmente, se procede a pesar la muestra ya seca junto con la tara.

La identificación del peso específico de la muestra se puede lograr mediante el análisis de la masa de la muestra una vez seca en el horno, la masa de la muestra saturada superficialmente seca y la masa del picnómetro rebosante de agua, lo cual constituye información suficiente para llevar a cabo el cálculo.

$$Ge = \frac{(1)}{(1) + (2) - (3)}$$

Donde:

- 1: Peso de la muestra seca al horno
- 2: Peso del picnómetro o fiola + peso del agua
- 3: Peso de la muestra + fiola o picnómetro + agua

Para alcanzar la determinación del peso específico saturado en superficie y seco de la muestra, se requiere considerar primordialmente la masa de la muestra que ha sido saturada en su superficie, pero permanece seca en su interior. Este cálculo se realiza mediante la comparación del peso del picnómetro lleno de agua con el peso resultante de la muestra contenida en la probeta junto con el agua.

$$\text{Peso Especifico SSS} = \frac{(S)}{(B) + (S) - (C)}$$

Donde:

- S: Peso de la muestra saturada superficialmente seca
- B: Peso del picnómetro o fiola con agua
- C: Peso de la muestra + fiola o picnómetro + agua

La obtención del peso específico aparente de la muestra demanda exclusivamente el conocimiento de la masa de la muestra tras su desecación en el horno, el peso de la muestra contenida en la probeta con agua, y el peso del picnómetro repleto de agua.

$$\text{Peso Aparente} = \frac{(A)}{(B) + (A) - (C)}$$

Donde:

- A: Peso de la muestra seca al horno
- B: Peso del picnómetro o fiola + peso del agua
- C: Peso de la muestra + fiola o picnómetro + agua

Para poder calcular el porcentaje de absorción se utilizará la fórmula siguiente:

$$\text{Absorción \%} = 100 * \left(\frac{S - A}{A} \right)$$

Donde:

S: Peso de la muestra saturada superficialmente seca (g)

A: Peso de la muestra seca al horno (g)

Ilustración 9: Ensayo para peso específico y absorción del agregado

Fiola con agua y agregado fino	Eliminación de burbujas de aire	Fiola con agua y agregado fino en reposo	Preparando muestra para el horno
			

Fuente: Desarrollo propio.

Ilustración 10: Ensayo para peso específico y absorción del agregado

Peso de la muestra saturada superficialmente seca	Peso de la muestra saturada dentro del agua	Peso de la muestra secado al horno
		

Fuente: Desarrollo propio.

- **Peso Específico Unitario de los agregados (NTP 400.017:2020).**

Iniciando con el primer paso, se procederá a llenar el recipiente hasta alcanzar aproximadamente un tercio de su capacidad total, procediendo luego a nivelar la superficie con la manipulación manual. Posteriormente, se procederá a compactar esta primera capa

mediante la aplicación de 25 golpes utilizando la varilla apisonadora. En cuanto al segundo paso, se repetirá el proceso de llenado del recipiente, esta vez alcanzando alrededor de dos tercios de su capacidad, seguido del mismo procedimiento de compactación empleado en el primer paso. Para el tercer paso, se completará el llenado del recipiente hasta su capacidad total y se compactará nuevamente siguiendo el mismo método empleado en los pasos previos. Avanzando al cuarto paso, se procederá a nivelar la superficie del agregado utilizando los dedos o, en su defecto, una espátula. Finalmente, en el quinto paso, se llevará a cabo la determinación del peso del recipiente una vez lleno y el peso del recipiente en su estado vacío.

La ponderación se realiza mediante la aplicación de la fórmula subsecuente para determinar el peso unitario, reconocido igualmente como densidad de masa:

$$M = \left(\frac{G - T}{V} \right)$$

Donde:

M: Densidad de masa del agregado, kg/m³

G: Masa del recipiente + material, kg

T: Masa del recipiente, kg

V: Volumen del recipiente, m³

Para determinar la densidad de masa superficialmente seca de una sustancia, se utiliza la siguiente fórmula:

$$M_{SSS} = M \left(1 + \frac{A}{100} \right)$$

Donde:

M_{SSS}: Densidad de masa del agregado en condición SSS, kg/m³

A: Porcentaje de absorción, determinado anteriormente

Ilustración 11: Ensayo para peso específico unitario de los agregados

Toma de medida del molde para el ensayo	Llenado del recipiente por el material a ensayar	25 golpes con la varilla de apisonar	Nivelación del material
			

Fuente: Desarrollo propio.

- **Análisis Granulométrico de las adiciones.**

Ilustración 12: Ensayo Granulométrico de la ceniza de aserrín

Tamices utilizados para el ensayo	Tamizado de las adiciones	Material ensayado
		

Fuente: Desarrollo propio.

- **Análisis del Peso Específico de las adiciones.**

Ilustración 13: Ensayo del peso específico de las adiciones

		
---	---	--

Fuente: Desarrollo propio.

Diseño de mezcla

Basándonos en los resultados obtenidos de los ensayos de los agregados, se llevó a cabo la formulación de la mezcla siguiendo las pautas del ACI 211, utilizando el método detallado por Enrique Rivva López [42]. El objetivo era lograr una resistencia adecuada para los bloques destinados a la construcción de muros portantes, conforme a las especificaciones de la RNE070 [24], el cual en la presente investigación se consideró un $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$.

Elaboración de bloques de concreto

Una vez que se tuvo el diseño, se fabricaron las muestras patrón mediante el uso de una mesa vibradora. El procedimiento consistió en combinar los agregados, activar la mesa vibradora, colocar el molde y, durante la vibración, agregar gradualmente el material hasta llenar completamente el molde. La vibración continuó hasta que se formó un manto externo de agua. Después de este paso, se insertaron planchas de metal o madera debajo del molde y se extrajo el material tirando de él. Luego, las muestras se almacenaron durante 24 horas antes de someterlas a un proceso de curado que duró al menos 7 días, previo al ensayo programado.

Ilustración 14: Elaboración de bloques de concreto



Fuente: Desarrollo propio.

Ilustración 15: Mesa vibratoria



Fuente: Desarrollo propio.

Elaboración de prismas

Para elaborar prismas de albañilería, se emplean bloques previamente fabricados, que han sido almacenados y sometidos a un proceso de curado de al menos 7 días. Estos ladrillos se disponen uno sobre otro, separados por una junta de mortero de al menos 1 cm. En nuestro caso, cada prisma estaba compuesto por tres unidades de albañilería como mínimo. Posteriormente, los prismas se almacenan durante 28 días y se someten a un proceso de curado antes de ser sometidos a ensayos.

Ilustración 16: Medición de la junta en los prismas



Fuente: Desarrollo propio.

Elaboración de muretes

Para construir los muretes de albañilería, se emplean bloques previamente fabricados, que han sido almacenados y sometidos a un proceso de curado de al menos 7 días. Estos ladrillos se disponen uno sobre otro, separados por una junta de mortero de al menos 1 cm. En nuestra práctica, optamos por utilizar tres hiladas de ladrillos. Posteriormente, los muretes se almacenan durante 28 días y se someten a un proceso de curado antes de ser llevados a cabo los ensayos correspondientes.

Ilustración 17: Medición del ancho de los muretes



Fuente: Desarrollo propio.

Realización de ensayos a las unidades

Se realizaron ensayos en los bloques de concreto con la finalidad de obtener información sobre sus propiedades físicas y mecánicas. Estos ensayos abarcaron resistencia a la compresión, alabeo, variación dimensional, la absorción, compresión axial de prismas, compresión diagonal de muretes.

- **Ensayo de alabeo (NTP 399.613:2017)**

Los pasos para la realización de este examen se esbozan de la siguiente manera: En un primer paso, se eligen los ladrillos que serán objeto del análisis. Seguidamente, se ejecuta el proceso de limpieza de los ladrillos utilizando una brocha. Luego, se procede a evaluar si la superficie tiene concavidad, posicionando la regla de forma diagonal o longitudinal, y midiendo la separación entre la regla y la superficie. Posteriormente, se lleva a cabo la

inspección si la superficie es convexa, colocándola sobre una superficie plana y midiendo cada esquina mediante el empleo de una cuña.

Ilustración 18: Medición del alabeo



Fuente: Desarrollo propio.

- **Ensayo de absorción (NTP 399.604:2002)**

En primer lugar, se prescribe la inmersión de los ladrillos en un ambiente acuoso con una temperatura oscilante entre los 15,6 °C y 26,7 °C, durante un lapso continuo de 24 horas. Seguidamente, se procede a la ponderación de los ladrillos en suspensión, mediante un soporte metálico, manteniéndolos completamente sumergidos en agua. En tercer lugar, tras la extracción de los ladrillos del medio líquido, se les concede un reposo de un minuto sobre una rejilla metálica. En el cuarto paso, se ejecuta la eliminación del exceso de humedad superficial mediante un paño embebido, para luego registrar la cifra resultante como peso en estado saturado. Por último, se dispone el secado de los ejemplares en un horno de ventilación, sometidos a una temperatura comprendida entre los 100°C y 150°C, durante un periodo no inferior a 24 horas, con la consiguiente captura de los pesos de los especímenes después de dicho proceso de desecación.

$$\text{Absorción} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} * 1000$$

$$\text{Absorción} (\%) = \frac{W_s - W_d}{W_d} * 100$$

Donde:

W_s : Peso saturado del bloque (kg)

W_i : Peso sumergido del bloque (kg)

W_d : Peso seco al horno del bloque (kg)

Ilustración 19: Bloques Sumergidos



Fuente: Desarrollo propio.

- **Ensayo de densidad (NTP 399.604:2002)**

Ilustración 20: Pesos Sumergidos



Fuente: Desarrollo propio.

- **Ensayo de variación dimensional (NTP 399.604:2002)**

Los pasos a seguir para la ejecución del ensayo se despliegan en el siguiente orden: En una primera instancia, se procede a la identificación de los ladrillos que serán sometidos a la prueba. Posteriormente, se lleva a cabo la purificación de dichos ladrillos mediante la utilización de una brocha. Seguidamente, se procede a la medición del trayecto desde el punto medio de las aristas opuestas mediante el empleo de una regla graduada. Una vez completadas estas mediciones, se procede al registro de las cuatro dimensiones de altura, anchura y longitud de cada ladrillo. A continuación, se realiza la suma de cada conjunto de medidas y se divide entre cuatro, consignando este resultado como la medida media correspondiente en cada instancia. Las medidas medias obtenidas son posteriormente divididas entre las medidas originales, sustrayendo 1, y el producto resultante se multiplica por 100 para obtener la variación en porcentaje de cada lado.

$$DP(cm) = \frac{D1 + D2 + D3 + D4}{4}$$

$$VD(\%) = \left(\frac{DP}{DE} - 1 \right) * 100$$

Donde:

D1, D2, D3, D4: Dimensiones (cm)

DP: Dimensión promedio (cm)

DE: Dimensión esperada (cm)

VD: Variación dimensional (%)

Ilustración 21: Medición de los bloques



Fuente: Desarrollo propio.

- **Ensayo a la resistencia a la compresión (NTP 399.604:2002)**

Para la evaluación, se procederá de la siguiente manera: En una primera instancia, se utilizarán no menos de tres muestras. Cada muestra será dispuesta de modo que el centroide de sus superficies de soporte coincida con el centro de aplicación de la rótula de la máquina; en el caso de los ladrillos con cavidades, se garantizará que dichas cavidades estén alineadas en la misma dirección del servicio previsto. En segundo lugar, se aplicará la carga hasta alcanzar la mitad del valor máximo proyectado, manteniendo una velocidad apropiada. Posteriormente, se regulará el equipo para que la carga restante se aplique dentro de un intervalo de 1 a 2 minutos. En una tercera instancia, se documentará la carga máxima de compresión en Newtons, la cual será registrada como $P_{m\acute{a}x}$.

Para el cálculo del esfuerzo de compresión en la superficie no procesada del bloque, se aplicará la fórmula que sigue:

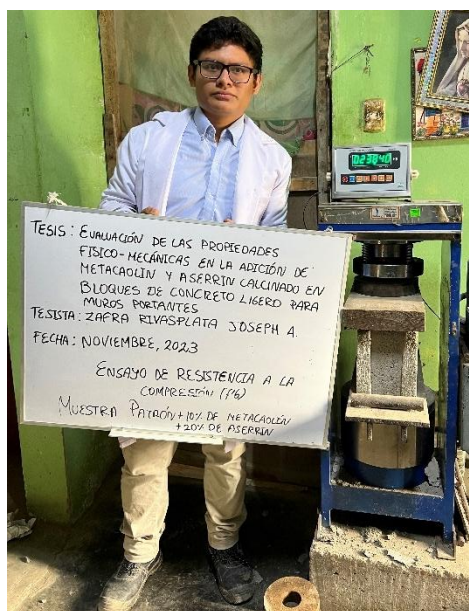
$$\text{Esfuerzo de compresión del \acute{a}rea bruta (MPa)} = P_{m\acute{a}x}/A_g$$

Donde:

$P_{m\acute{a}x}$: Carga, (N)

A_g : \acute{A}rea bruta del bloque, mm^2

Ilustración 22: Resistencia a la compresión – 28 días



Fuente: Desarrollo propio.

- **Ensayo de la resistencia a la compresión axial de pilas (NTP 399.605)**

Primordialmente, se inicia con la selección de los especímenes destinados a la elaboración de los prismas. Luego, se procede a la disposición de los prismas en una configuración apilada, manteniendo una alineación idéntica a la que se empleará durante la construcción, requiriendo un mínimo de tres ladrillos para considerar los prismas como válidos. Como tercer procedimiento, se almacenan las pilas o prismas durante un lapso de 28 días o el tiempo adecuado para permitir su curación, garantizando un período de al menos 24 horas previas a la prueba. La edad del prisma se registra a partir del momento en que se colocan las unidades. El cuarto paso comprende la medición de altura, ancho y longitud en las caras inferior y superior de los prismas. Se promedia cada dimensión, lo que facilita el cálculo del factor de corrección altura/espesor. La quinta etapa consiste en la limpieza de la cara de carga de los platos de la máquina. En el sexto paso, el prisma se posiciona en el centro de la cara de carga de los platos de la máquina y se somete a un esfuerzo a una velocidad que conduzca a la mitad de la resistencia esperada. Finalmente, se continúa el proceso hasta alcanzar la carga final, en un intervalo no inferior a un minuto ni superior a dos minutos.

$$\text{Resistencia característica a compresión axial (Kg/cm}^2\text{)} = \frac{P_{\text{máx}}}{A}$$

Donde:

$P_{\text{máx}}$: Fuerza máxima aplicada (kgf)

A: Área de contacto (cm²)

Ilustración 23 resistencia a la compresión axial de pilas - 28 días



Fuente: Desarrollo propio.

- **Ensayo de la resistencia a la compresión diagonal de muretes (NTP 399.621)**

Primero, posicionar las escuadras de carga inferior y superior de forma que estén centradas en las superficies de carga de la máquina de ensayo. A continuación, colocar la muestra en una posición centrada en la escuadra inferior de carga. Si se emplean unidades alveolares, es necesario rellenar los alveolos en contacto con las escuadras de carga utilizando mortero de cemento-arena en una proporción de 1:3. Finalmente, ejercer la carga de modo continuo hasta alcanzar la carga final.

$$\text{Esfuerzo cortante } v_m \text{ (MPa)} = \frac{0,707P}{A_b}$$

Donde:

$V'm$: Fuerza máxima aplicada (MPa)

P: Carga aplicada (N)

A_b : Área bruta del espécimen en mm², calculada como sigue:

$$A_b = \frac{l + h}{2} * t$$

Donde:

h: Altura del murete (cm)

l: Largo del murete (cm)

t: Espesor total del murete (cm)

Ilustración 24 resistencia a la compresión diagonal de muretes - 28 días



Fuente: Desarrollo propio.

Plan de procesamiento y análisis de datos

Se diseñó un esquema de proceso en ocho fases para desarrollar el análisis de datos en esta investigación. A continuación, se detallan estas etapas:

FASE I: ACOPIO DE INFORMACIÓN

- Indagación de precedentes del proyecto y análisis bibliográfico.
- Escrutinio de datos de iniciativas con similitudes.
- Investigación de la normativa actual.
- Examen preliminar a cargo del asesor.

FASE II: ADQUISICIÓN DE COMPONENTES, EVALUACIONES DE AGREGADOS Y DISEÑO DE MEZCLA

- Adquisición de agregados.
- Adquisición de aserrín y caolín.
- Realización de ensayos a los agregados, incluyendo granulometría, humedad, peso específico y peso unitario.
- Resultados derivados del análisis de datos.
- Elaboración del diseño de mezcla.
- Inspección selectiva realizada por el asesor.

FASE III: ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO, PRUEBAS A LOS BLOQUES Y ANALISIS DE DATOS

- Confección de bloques de concreto con distintas dosificaciones para establecer la muestra patrón.
- Proceso de curado de bloques.
- Conductas evaluativas de la resistencia a fuerzas de compresión tras el lapso de siete días con el fin de establecer la proporción idónea de componentes.
- Labores en ambiente de gabinete.
- Inspección selectiva realizada por el asesor.

FASE IV: PRODUCCIÓN DE BLOQUES CON REEMPLAZO, ENSAYO A LOS BLOQUES CON REEMPLAZO Y PROCESAMIENTO DE DATOS

- Producción de bloques con sustitución del 10% de metacaolín respecto al peso de cemento y reemplazo del 10%, 15%, y 20% de agregado fino por aserrín calcinado.
- Curado de bloques.
- Conducción de pruebas en los bloques generados, abarcando análisis de resistencia a fuerzas de compresión, capacidad de absorción, cambios dimensionales y deformación por flexión..
- Labores en ambiente de gabinete.
- Inspección selectiva realizada por el asesor.

FASE V: RAZONAMIENTO DE RESULTADOS

- Análisis de los datos obtenidos y discernimiento de las propiedades mecánicas y físicas de los elementos de albañilería.
- La elección del reemplazo que promueva las características óptimas..
- Labores en ambiente de gabinete.
- Inspección selectiva realizada por el asesor.

FASE VI: PRODUCCIÓN Y ENSAYOS DE PILAS Y MURETES

- Producción de muretes y pilas.
- Realización de ensayos de compresión diagonal en muretes y compresión axial en pilas.
- Labores en ambiente de gabinete.
- Inspección selectiva realizada por el asesor.

FASE VII: ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Revisión de los resultados finales.
- Labores en ambiente de gabinete.
- Análisis de los datos adquiridos.
- Inspección selectiva realizada por el asesor.

FASE VIII: PRESENTACIÓN FINAL

- La presentación del proyecto final ante el panel evaluador.
- Atención a observaciones.
- Definición de la fecha y realización de la sustentación final de la tesis.

Consideraciones éticas

La ética, como una disciplina filosófica, desempeña un papel significativo en diversas esferas, tanto públicas como particulares, y primordialmente en el ámbito de la investigación científica. Su función es esencial en todas las acciones humanas; sin su reflexión y aplicación, el mundo estaría expuesto a la falta de control en términos de valores y, por lo tanto, en la concepción moral de aquellos que participan en un proceso determinado [43]. Por lo tanto, se ha tomado en cuenta todas las perspectivas éticas afines con la investigación adquirida a través de fuentes fiables, evitando la manipulación de los datos derivadas de estas fuentes. Se ha respetado el derecho de autor al citar la información de manera clara, concisa y siguiendo el estilo de referencia IEEE. El incumplimiento de estas prácticas comprometería la confiabilidad de un estudio, ya que podría implicar negligencia e inclusive plagio.

Resultados

Ensayo a las adiciones

Análisis granulométrico

Análisis granulométrico del aserrín calcinado

Tabla 10: Granulometría del Aserrín Calcinado

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
N° 08	2.360	27.97	9.83	9.83	90.17	80	100
N° 16	1.180	50.14	17.63	27.46	72.54	50	85
N° 30	0.600	80.18	28.19	55.65	44.35	25	60
N° 50	0.300	59.43	20.89	76.54	23.46	5	30
N° 100	0.150	45.73	16.08	92.62	7.38	0	10
Fondo		21.00	7.38	83.92	16.08		
Módulo de Fineza				2.62			
Abertura de malla de referencia				4.75			

Fuente: Desarrollo propio.

Tras completar la evaluación granulométrica del aserrín sometido a calcinación, se logró derivar un módulo de fineza de 2.62. Este valor satisface plenamente los requisitos estipulados para los usos granulométricos especificados en el proyecto, ya que el porcentaje recolectado que atraviesa se sitúa entre los limitantes establecidos por las normativas correspondientes. Este resultado respalda de manera concluyente la idoneidad del material para su implementación en las condiciones planificadas, garantizando así el cumplimiento adecuado de los estándares de calidad y desempeño precisos para llevar a cabo el proyecto con satisfacción. La conformidad de los parámetros granulométricos confirma la calidad del aserrín calcinado, destacando su aptitud para cumplir con los estándares y requisitos específicos del proyecto en cuestión, lo cual es esencial para garantizar resultados óptimos y duraderos, para más información dirigirse al anexo número 15, dónde estará el informe.

Peso específico de las adiciones

Con el propósito de evaluar el peso específico de las adiciones, se hizo uso de la NTP 339.131 [42]. Este procedimiento consistió en seguir las pautas y directrices establecidas por dicha normativa, que proporciona un marco metodológico confiable para llevar a cabo

la determinación precisa de la densidad de las sustancias adicionadas. Este enfoque garantiza la consistencia en los resultados y asegura que la evaluación del peso específico se realice de acuerdo con estándares reconocidos y aceptados en el contexto técnico y normativo pertinente.

Peso específico del aserrín calcinado

Tabla 11: Peso Específico del Aserrín Calcinado

PESO DEL PLAR (gr)	64
VOL. INICIAL DE KEROSENE (ml)	0
VOL. FINAL DESPLAZADO DE KEROSENE (ml)	30
DENSIDAD (PLAR) (gr/ml)	2.13

Fuente: Desarrollo propio.

Durante la ejecución del análisis, se obtuvo un resultado para el peso específico del aserrín calcinado, el cual se cifra en 2.13 gr/ml. Este dato proporciona información crucial sobre la densidad del material, se trata de especificar la masa que llena un volumen dado, para más información dirigirse al anexo número 16, dónde estará el informe.

Peso específico del metacaolín

Tabla 12: Peso Específico del Metacaolín

PESO DEL PLAR (gr)	64
VOL. INICIAL DE KEROSENE (ml)	0
VOL. FINAL DESPLAZADO DE KEROSENE (ml)	25
DENSIDAD (PLAR) (gr/ml)	2.56

Fuente: Desarrollo propio.

En el transcurso del análisis, se logró obtener un valor de 2.56 gr/ml para el peso específico del aserrín calcinado, para más información dirigirse al anexo número 17, dónde estará el informe.

Ensayo químico del aserrín calcinado

Los ensayos químicos realizados a las adiciones fueron, el análisis termogravimétrico TGA y análisis térmico diferencial ATD, realizado en el laboratorio FQA Perú:

Ensayo químico del aserrín calcinado

Ilustración 25: Curva de Pérdida de Masa-análisis Termogravimétrico



Fuente: FQA Perú.

El análisis termogravimétrico manifiesta la desintegración térmica del material mediante la variación de su masa en analogía con la temperatura, evidenciando dos zonas de mayor intensidad en la pérdida de masa. La primera de estas áreas se sitúa en un intervalo térmico comprendido entre los 250 y 350°C, mientras que la segunda muestra una disminución menos marcada en el rango de 700 a 800°C. A continuación de estas regiones, se observa una pérdida gradual de masa. En el punto máximo de ensayo, el material experimenta una reducción de aproximadamente el 14% con respecto a su masa inicial.

Tabla 13: Espectrometría de fluorescencia de rayos X

COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADOS	METODO UTILIZADO
Dioxido de Silicio (Si O ₂)	55.2	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Oxido de Calcio (Ca O)	14.56	
Trioxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	1.84	
Oxido de Potasio (K ₂ O)	0.9	
Oxido de Magnesio (Mg O)	2.67	
Pentoxido de Fosforo (P ₂ O ₅)	0.64	
Oxido de Cobre (Cu O)	2.91	
Trioxido de Azufre (SO ₃)	0.04	
Oxido de Zinc (Zn O)	<0.60	
Oxido de Manganeseo (Mn O)	1.96	
Perdida por Quemado	19.31	

Fuente: FQA Perú.

Tras cotejar el espectro correspondiente a la muestra sometida a análisis con las energías distintivas atribuibles a los elementos de la tabla periódica, comenzando por el sodio, se identificó predominantemente la presencia de sílice (Si), ambos con una marcada predominancia. Además, se detectaron en proporciones menores azufre (S), zinc (Zn), cobre (Cu), magnesio (Mg), fósforo (P), hierro (Fe) y potasio (K). Este análisis se detalla en el Anexo N° 18 para su revisión.

Ensayo químico del metacaolín

Ilustración 26: Curva de Pérdida de Masa-análisis Termogravimétrico



Fuente: FQA Perú.

Mediante la termogravimetría, se evidencia la desintegración térmica mediante la disminución de la masa en correlación con la temperatura, identificando dos zonas donde la

pérdida es más marcada: una primera fase comprendida entre los 270 y 450°C, seguida de una segunda fase menos pronunciada entre los 550 y 700°C; posteriormente, la disminución de la masa es gradual. Se estima que el material experimenta una reducción del orden del 0.33% de su volumen inicial cuando se alcanza la temperatura máxima de ensayo.

Tabla 14: Espectrometría de fluorescencia de rayos X

COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADOS	METODO UTILIZADO
Dioxido de Silicio (Si O ₂)	56.83	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Oxido de Calcio (Ca O)	2.34	
Trioxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	25.17	
Oxido de Potasio (K ₂ O)	0.67	
Oxido de Magnesio (Mg O)	1.09	
Pentoxido de Fosforo (P ₂ O ₅)	0.25	
Oxido de Cobre (Cu O)	0.61	
Trioxido de Azufre (SO ₃)	0.04	
Oxido de Zinc (Zn O)	<0.01	
Oxido de Manganeso (Mn O)	0.03	
Perdida por Quemado	13.31	

Fuente: FQA Perú.

Al someter el espectro de la muestra objeto de análisis a una meticulosa comparación con las energías características inherentes a los elementos que integran la tabla periódica, a partir del sodio, se observó una superioridad notable de sílice (Si), evidenciando un nivel de concentración considerable. En un plano secundario, se detectaron trazas de azufre (S), zinc (Zn), cobre (Cu), magnesio (Mg), fósforo (P), hierro (Fe) y potasio (K). cada uno de ellos en proporciones menores. (Consultar Anexo N° 19 para más detalles).

Ensayos a los agregados

Análisis granulométrico

Análisis granulométrico del agregado fino

Se ejecutaron ensayos sobre los agregados, incluyendo el análisis granulométrico, el cual se emplea con el propósito de discernir la distribución dimensional de los agregados. En nuestro contexto, el material procede de la cantera La Victoria-Pátapo, y su análisis granulométrico se detalla a continuación:

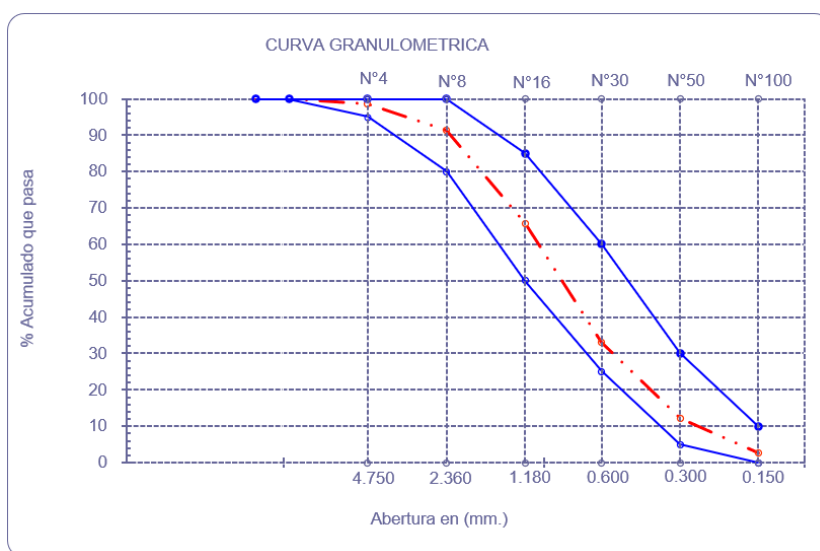
Tabla 15: Análisis Granulométrico del Agregado Fino

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 04	4.750	10.45	1.31	1.31	98.69	95	100
N° 08	2.360	57.97	7.29	8.61	91.39	80	100
N° 16	1.180	203.94	25.65	34.26	65.74	50	85
N° 30	0.600	259.48	32.64	66.90	33.10	25	60
N° 50	0.300	166.43	20.93	87.83	12.17	5	30
N° 100	0.150	75.73	9.53	97.36	2.64	0	10
Fondo		21.00	2.64	100.00	0.00		
Módulo de Fineza				2.96			
Abertura de malla de referencia				9.50			

Fuente: Desarrollo propio.

Como se puede apreciar, el Módulo de fineza es de 2.96, lo que indica que el material es ligeramente grueso. Este valor cumple con los requisitos de los usos granulométricos especificados para el proyecto, ya que el porcentaje acumulado que pasa se encuentra dentro de los márgenes señalados por las normativas correspondientes. Este resultado respalda la idoneidad del material para su implementación en las condiciones previstas, asegurando un cumplimiento adecuado de los estándares de calidad y desempeño requeridos para el proyecto en cuestión.

Ilustración 27: Curva Granulométrica del Agregado Fino



Fuente: Desarrollo propio.

La representación gráfica de este porcentaje acumulado que pasa muestra que se encuentra precisamente dentro de las curvas límite, indicando que la distribución de tamaños es adecuada y que el material puede ser utilizado sin restricciones, para más información dirigirse al anexo número 3, dónde estará el informe.

Análisis granulométrico del agregado grueso

El material proveniente de Tres Tomas-Ferreñafe, comúnmente identificado como confitillo. La muestra total, con un peso total de 1610 g, exhibe una distribución de tamaños de partículas. Similar al caso del agregado fino, el porcentaje acumulado retenido que traspa se mantiene dentro de los límites estipulados para la utilización de dicho material. Estos parámetros se hallan detallados en la tabla 8.1.3 de Rivva López , lo cual conlleva que el material pueda ser aplicado sin restricciones.

Tabla 16: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)					USO 56	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	100.8	6.3	6.3	93.7	90.0	100.0
Nº4	4.75	1022.2	63.5	69.8	30.2	20.0	55.0
Nº8	2.36	345.2	21.4	91.2	8.8	5.0	30.0
Nº16	1.19	93.2	5.8	97.0	3.0	0.0	10.0
Nº50	0.30	33.6	2.1	99.1	0.9	0.0	5.0
Fondo		15.0	0.9	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1/2"	12.70			
Tamaño Maximo Nominal			3/8"	9.52			

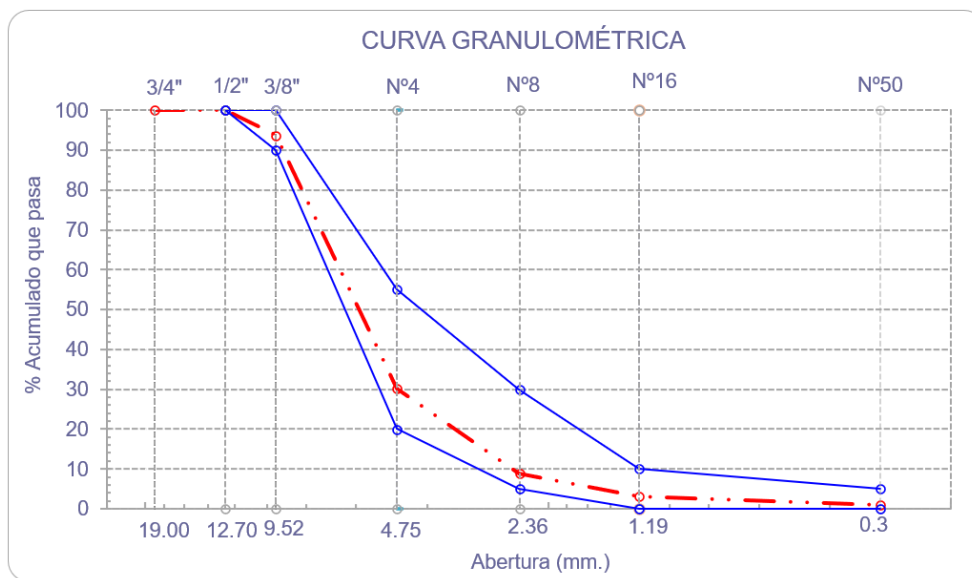
Fuente: Desarrollo propio.

Observamos que el Tamaño Máximo Nominal es de 3/8", una característica fundamental que resalta la conformidad precisa del material con las especificaciones de tamaño requeridas para el proyecto. Este detalle es esencial, ya que la coherencia en el tamaño máximo nominal contribuye significativamente a la uniformidad y estabilidad del material, factores cruciales en numerosas aplicaciones prácticas.

La representación gráfica detallada del porcentaje acumulado que pasa no solo confirma que se encuentra exactamente dentro de los límites establecidos, sino que también proporciona una valiosa visión visual de la distribución de tamaños en todo el espectro granulométrico. Este análisis revela la consistencia y homogeneidad del material, sugiriendo que no solo cumple con

los requisitos mínimos, sino que supera las expectativas en cuanto a uniformidad. La precisión en la distribución de tamaños es esencial para garantizar un comportamiento predecible y controlado del material en su aplicación final, para más información dirigirse al anexo número 3, dónde estará el informe.

Ilustración 28: Curva Granulométrica del Agregado Grueso



Fuente: Desarrollo propio.

Peso Unitario de Agregados

Peso unitario del agregado fino

Los resultados del experimento de densidad de masa del agregado fino se exponen en la tabla subsecuente., tanto en estado suelto como compactado. Estos datos son fundamentales para llevar a cabo el diseño de mezcla de concreto. La variación entre el peso unitario en estado suelto y compactado proporciona información valiosa sobre la capacidad del agregado fino para compactarse eficientemente. La pertinencia de este aspecto se intensifica significativamente en la elaboración de la mezcla de concreto, dado que la correcta compactación del agregado ejerce una influencia directa en la resistencia y longevidad del producto final de concreto. (Revisar Anexo N° 11)

Tabla 17: Peso Unitario del Agregado Fino

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19040	18970
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050.0	10050.0
3.- Peso del material		8990	8920
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00541	0.00541
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1661	1648
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1637.22	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19560	19600
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050.0	10050.0
3.- Peso del material		9510	9550
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00541	0.00541
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1757	1765
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1742.35	

Fuente: Desarrollo propio.

En la tabla siguiente se presentan los resultados del ensayo de peso unitario del agregado fino, tanto en estado suelto como compactado. Se nota que el peso unitario seco del agregado fino en estado suelto es de 1637.22 kg/m³, mientras que el peso unitario compactado seco del mismo agregado es de 1742.35 kg/m³. Estas cifras revelan una variación significativa entre los dos estados, indicando la capacidad del agregado fino para compactarse eficientemente bajo presión, para más información dirigirse al anexo número 11, dónde estará el informe.

Peso unitario del agregado grueso

En la tabla que sigue, se presentan los resultados del ensayo de peso unitario del agregado grueso, tanto en su estado suelto como compactado. Estos datos serán utilizados en la elaboración de nuestro diseño de mezcla de concreto.

Tabla 18: Peso Unitario del Agregado Grueso

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18040	18000
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050.0	10050.0
3.- Peso del material		7990	7950
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00541	0.00541
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1476	1469
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1464.26	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18250	18230
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050.0	10050.0
3.- Peso del material		8200.0	8180.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00541	0.00541
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1515	1512
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1504.68	

Fuente: Desarrollo propio.

El peso unitario seco del agregado grueso en estado suelto es de 1464.26 kg/m³. Este valor representa la densidad del material cuando no está sujeto a ninguna fuerza externa o presión. Es un indicador importante de la ligereza o densidad natural del agregado antes de cualquier manipulación o compactación.

El peso unitario compactado del mismo agregado es de 1504.68 kg/m³. Esta cifra refleja la densidad del material después de someterlo a un proceso de compactación. La diferencia entre el peso en estado suelto y compactado destaca la capacidad del agregado grueso para reducir su volumen bajo presión, lo que es crucial en aplicaciones donde la compactación es esencial, como en la construcción de concreto, para más información dirigirse al anexo número 11, dónde estará el informe.

Peso Específico de los agregados

Peso específico del agregado fino

La información proporcionada en la tabla subsiguiente abarca el análisis del peso específico del agregado fino, definido como la relación entre la masa y el volumen de una sustancia. La exploración comenzó con una muestra de 500 g y, a través del método

estandarizado, se pudo calcular tanto el peso específico del agregado fino como su tasa de absorción.

Tabla 19: Peso Específico del Agregado Fino

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	1002.3
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	701.59
3.- Peso del Agua	(g)	300.7
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	697.08
5.- Peso del Frasco	(g)	201.59
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	495
7.- Volumen del frasco	(g)	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.486
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.509
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.543
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.91

Fuente: Desarrollo propio.

Los datos muestran que el agregado fino exhibe una densidad específica de 2.486 g/cm³ junto con un coeficiente de absorción del 0.91%. El peso específico proporciona información sobre la densidad del material, siendo crucial en el diseño de mezcla de concreto para determinar la masa y propiedades del concreto final. Por otro lado, el porcentaje de absorción destaca la capacidad del agregado fino para retener agua, un aspecto importante a considerar en el ajuste de la cantidad de agua en la mezcla de concreto. Estos resultados combinados ofrecen una visión integral de las características del agregado fino, fundamentales para el diseño y rendimiento del concreto, para más información dirigirse al anexo número 8, dónde estará el informe.

Peso específico del agregado grueso

A continuación, se exhiben los resultados derivados del análisis de densidad absoluta del agregado de mayor tamaño en la tabla subsiguiente. Los datos reflejan la información derivada de la prueba correspondiente.

Tabla 20: Peso Específico del Agregado Grueso

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	2465.0
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	2500
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	2455
4.- Peso de la canastilla	(g)	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1575

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.665
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.703
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.770
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.42

Fuente: Desarrollo propio.

Se determinó que el peso específico del agregado grueso es de 2.665 g/cm³, y su porcentaje de absorción correspondiente es del 1.42%, para más información dirigirse al anexo número 8, dónde estará el informe.

Contenido de humedad de los agregados

Es imperativo adquirir un entendimiento exhaustivo del contenido higroscópico de un agregado, considerando su procedencia principal de canteras expuestas a las inclemencias atmosféricas. Dicho material arriba con un contenido intrínseco de humedad, el cual podría ejercer un efecto significativo en la formulación de nuestra mezcla si se subestima o se desconoce su magnitud.

Tabla 21: Contenido de Humedad de los agregados

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	565	565
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	559	559
C.- Peso de recipiente	(gr.)	101.1	102.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.07	1.07
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.07	

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1585	1585
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1575.8	1575.8
C.- Peso de recipiente	(gr.)	88.09	88.09
D.- Contenido de humedad	(%)	0.58	0.58
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.58	

Fuente: Desarrollo propio.

Después del experimento, se determinó que el contenido de humedad en el agregado fino asciende a un 1.07%, mientras que en el agregado grueso se sitúa en un 0.58%. Estos hallazgos evidencian la proporción de agua presente en cada variedad de agregado, datos esenciales para calibrar la cantidad de agua en la combinación de concreto durante el proceso de diseño. El bajo contenido de humedad en el agregado grueso sugiere una mayor capacidad para controlar la relación agua-cemento en la mezcla, mientras que el contenido en el agregado fino indica su capacidad de retener agua, afectando directamente la trabajabilidad y propiedades finales del concreto, para más información dirigirse al anexo número 14, dónde estará el informe.

Elaboración de Diseño de Mezcla

Para preparar el concreto destinado a los bloques, es crucial realizar un diseño en el cual aprovecharemos las propiedades de la materia prima mencionadas anteriormente, cabe precisar que los bloques no se encuentran predestinados para exposición a condiciones extremas como ciclos de congelamiento y deshielo o expuesto a sulfatos .

Paso 1: Datos del Agregado

El primer paso en el diseño de mezcla de concreto es la recopilación de datos precisos de los agregados que se utilizarán. Se determina el TMN del agregado grueso, que es de 3/8 de pulgada, una medida crucial para asegurar que las partículas se mezclen correctamente en la matriz del concreto. Además, se registra el peso unitario tanto suelto como compactado de los agregados, con valores de 1464 kg/m³ y 1505 kg/m³ para el agregado grueso, y 1637 kg/m³ y 1742 kg/m³ para el agregado fino, respectivamente. Estos datos son esenciales para calcular la cantidad de agregado necesario para lograr la densidad y resistencia deseadas en el concreto. También se mide el peso específico de masa seca, que resulta ser 2665 kg/m³ para el agregado grueso y 2486 kg/m³ para el fino, información que influye directamente en la determinación de la proporción de los materiales de la mezcla. Además, se considera el contenido de humedad y absorción, factores que afectan la cantidad de agua adicional requerida en la mezcla. Por último, se toma en cuenta el módulo de fineza del agregado fino, con un valor de 2.963, que ayuda a evaluar la distribución del tamaño de las partículas. Para los aditivos, se incluyen el peso específico del metacaolín (2560 kg/m³) y el aserrín calcinado (2130 kg/m³).

Paso 2: Datos de la Mezcla y Otros

Una vez recopilados los datos de los agregados, se especifican los parámetros críticos de la mezcla de concreto. La resistencia especificada a los 28 días es de 120 kg/cm², un objetivo que guía la proporción de los componentes de la mezcla para asegurar que el concreto alcance la resistencia deseada en el tiempo estipulado. Se establece un contenido de aire atrapado del 3%, lo cual es importante para evitar la formación de burbujas de aire grandes que pueden debilitar el concreto.

La relación agua-cemento (R a/c) es determinada por resistencia, según el método del Comité 211 ACI, en el cual, según la resistencia teórica, se interpola de acuerdo con el siguiente cuadro, Obteniendo como resultado una relación agua – cemento de 0.860. Como complemento técnico se obtuvo también una relación agua-cemento por durabilidad para futuras investigaciones en la Tabla N° 24.

Tabla 22: R a/c por resistencia

R a/c por Resistencia.														
f' cr	100 a 150		150 a 200		200 a 250		250 a 300		300 a 350		350 a 400		400 a 450	
	100	0.91	150	0.80	200	0.71	250	0.62	300	0.55	350	0.48	400	0.43
R a/c	120	0.866	120	0.854	120	0.854	120	0.802	120	0.802	120	0.710	120	0.710
	150	0.80	200	0.71	250	0.62	300	0.55	350	0.48	400	0.43	450	0.38

Fuente: Método ACI 211.

El asentamiento, que mide la consistencia de la mezcla, se fija en 2 pulgadas, asegurando que el concreto sea lo suficientemente fluido para ser manejado y colocado correctamente. Se utiliza agua potable de la zona, con un volumen unitario de 193.35 L/m³, garantizando que el agua utilizada no contenga impurezas que puedan afectar la calidad del concreto. El volumen del agregado grueso se calcula en 0.444 m³, proporcionando una base sólida para la mezcla. El peso específico del cemento es 2990 kg/m³, utilizando Cemento Pacasmayo tipo MS, conocido por su durabilidad y resistencia. Se considera el uso de un aditivo impermeabilizante, EUCO DM-Impermeabilizante, aunque en este caso se especifica que no se añade en porcentaje. La densidad aparente del aditivo se registra en 1.000 kg/cm³.

Paso 3: Cálculo de Volúmenes Absolutos

El siguiente paso crucial es el cálculo de los volúmenes absolutos de cada componente de la mezcla, asegurando que la combinación de materiales se ajuste a las proporciones requeridas para alcanzar las propiedades deseadas del concreto. Para el cemento, se calculan 202.34 kg/m³,

equivalentes a 0.068 m^3 . El metacaolín, un aditivo que mejora las propiedades del concreto se incluye en una cantidad de 19.25 kg/m^3 o 0.008 m^3 . La cantidad de agua necesaria se estima en 193.35 L/m^3 , resultando en 0.193 m^3 de volumen absoluto. Además, se considera un contenido de aire del 3%, lo que equivale a 0.030 m^3 en volumen. La arena, un componente vital para la resistencia y cohesión del concreto, se calcula en 896.74 kg/m^3 o 0.361 m^3 . La ceniza de aserrín, utilizada para mejorar ciertas propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto, se añade en una cantidad de 192.09 kg/m^3 , equivalente a 0.090 m^3 . Finalmente, se incluye la grava, con 667.67 L/m^3 o 0.251 m^3 . La suma de estos volúmenes debe ser exactamente 1.000 m^3 , garantizando una mezcla equilibrada. Con estos cálculos, se ajusta la relación agua-cemento a una nueva proporción de 0.956, optimizando la trabajabilidad y resistencia del concreto.

Paso 4: Corrección por Humedad y Aporte de Agua

En este paso, se realizan correcciones por la humedad presente en los agregados, ajustando el aporte de agua para asegurar que la mezcla tenga la cantidad correcta de agua efectiva. Para el agregado fino húmedo, con una humedad de 906 kg/m^3 , se añade un aporte de agua de 1.48 L. En contraste, para el agregado grueso húmedo, con una humedad de 672 kg/m^3 , se requiere una corrección que reduce el aporte de agua en 5.61 L. El ajuste neto resulta en un aporte negativo de -4.14 L, lo que significa que se debe reducir la cantidad total de agua inicialmente calculada para la mezcla. Esta corrección es crucial para mantener la relación agua-cemento correcta y evitar problemas como la segregación o la falta de trabajabilidad del concreto.

Paso 5: Agua Efectiva

El cálculo del agua efectiva es un paso esencial para asegurar que la mezcla de concreto tenga la cantidad precisa de agua después de realizar las correcciones por humedad. Inicialmente, se cuenta con 193.35 L de agua. Después de aplicar la corrección por el aporte de agua, que es de -4.14 L, se ajusta el total a 197.49 L. Esta agua efectiva es la que realmente se utilizará en la mezcla, garantizando que se mantenga la relación agua-cemento óptima para alcanzar la resistencia y durabilidad deseadas en el concreto. Este ajuste fino es vital para la calidad final del concreto, ya que una cantidad incorrecta de agua puede llevar a problemas de trabajabilidad o una disminución en la resistencia estructural.

Paso 6: Resultado Final del Diseño (Húmedo)

El resultado final del diseño de la mezcla, ya ajustado por las condiciones húmedas de los materiales, presenta la dosificación precisa de cada componente. Se incluyen 202.34 kg/m^3 de

cemento, proporcionando la base estructural necesaria para el concreto. El metacaolín se mantiene en 19.25 kg/m^3 , mejorando las propiedades mecánicas del concreto. La cantidad de agua efectiva, después de las correcciones, es de 197.49 L/m^3 , asegurando la trabajabilidad y cohesión adecuada de la mezcla. La arena, esencial para la resistencia y estabilidad, se calcula en 906.36 kg/m^3 . La ceniza de aserrín se incluye en 192.09 kg/m^3 , contribuyendo a la mejora de ciertas propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto. Finalmente, la grava se ajusta a 671.57 kg/m^3 , proporcionando la resistencia y volumen necesarios. La suma total de estos componentes da un valor de 2189.10 kg/m^3 , asegurando que se logren las propiedades deseadas en la mezcla de concreto.

Paso 7: Dosificación en Volumen (Materiales con Humedad Natural)

Para finalizar, se determina la dosificación en volumen de los materiales, considerando su humedad natural. En proporción en peso, se establece que por cada parte de cemento, se debe añadir 0.09 partes de metacaolín, 4.09 partes de agregado fino, 0.87 partes de ceniza de aserrín y 3.03 partes de agregado grueso, con 37.88 litros de agua por bolsa de 1 pie cúbico. En proporción en volumen, se mantiene 1.00 parte de cemento, 3.75 partes de agregado fino, 3.11 partes de agregado grueso y 37.88 litros de agua por pie cúbico. Estas proporciones aseguran que la mezcla de concreto mantenga su integridad y propiedades deseadas, adaptándose a las condiciones reales de los materiales utilizados en el proceso de construcción.

A continuación, se exhibe la tabla que alberga los datos utilizados y el desenlace conclusivo de nuestra concepción.

Tabla 23: Diseño de Mezcla Método del Comité 211 ACI

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI - PATRÓN

Resistencia del Diseño : $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

FINO : Cantera La Victoria-Pátapo.

01. AGREGADOS	Grueso	Fino	
01.- Tamaño máximo nominal	3/8"	-----	pulg.
02.- Peso Unitario suelto seco	1464	1637	kg/m^3
03.- Peso Unitario compactado seco	1505	1742	kg/m^3
04.- Peso específico de masa seco	2665	2486	kg/m^3
05.- Contenido de humedad	0.58	1.07	%
06.- Contenido de absorción	1.42	0.91	%
07.- Módulo de fineza (adimensional)	-----	2.96	

02. CEMENTO

Tipo : Cemento Pacasmayo Tipo MS

P. Específico : 2990 Kg/m^3

03. AGUA : Potable (Red pública)

II.) PARÁMETROS DE DISEÑO (ACI):

01. Cálculo de Resist. De diseño requerida f'_{cr}

$$f'_c = 50 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = 120 \text{ kg/cm}^2$$

f'_c	f'_{cr}
<210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
>350	$f'_c + 98$

02. Contenido de aire atrapado

$$\text{T.M.N.} = 3/8$$

$$\% \text{ Aire} = 3 \%$$

03. Contenido de agua

$$\text{T.M.N.} = 3/8$$

$$\text{Asentamiento} = 2 \text{ Pulg.}$$

$$\text{Vol. de agua} = 193.35 \text{ l/m}^3$$

04.- Relación agua cemento por resistencia

$$f'_{cr} = 120 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_{a/c} = 0.860$$

05.- Contenido de cemento

$$\text{Vol. de agua} = 193.35 \text{ L/m}^3$$

$$R_{a/c} = 0.860$$

$$c = 224.83 \text{ Kg}$$

06.- Volumen del agregado grueso

$$\text{T.M.N.} = 3/8$$

$$b/br = 0.444 \text{ m}^3$$

07.- Factor Cemento

$$1 \text{ bls} = 42.5 \text{ Kg/bls}$$

$$c = 224.83 \text{ Kg}$$

$$\text{F.C.} = 5.29 \text{ bls/m}^3$$

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

12.- Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr}	120	kg/cm ²
13.- Contenido de aire atrapado		3	%
14.- Relación agua cemento	$R_{a/c}$	0.860	
15.- Asentamiento		2	Pulg.
16.- Volumen unitario del agua	: Agua Potable de la Zona.	193.35	L/m ³
17.- Volumen del agregado grueso		0.444	m ³
18.- Peso específico del cemento	: Cemento Pacasmayo tipo MS	2990	kg/m ³
19.- Aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	0.0	%
20.- Densidad aparente del aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	1.000	kg/cm ³

III.) CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

a) Cemento	224.83	Kg/m ³	→	0.075	m ³
b) Agua	193.35	Lt/m ³	→	0.193	m ³
c) Aire	3.00	%	→	0.030	m ³
d) Arena	1120.92	Kg/m ³	→	0.451	m ³
e) Grava	667.67	Lt/m ³	→	0.251	m ³
	<u>2210</u>			<u>1.000</u>	m ³

IV.) CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APOORTE DE AGUA

Corrección por humedad			Aporte de Agua	
a) A.Fino Húmedo	1133	Kg/m ³	→	1.8
b) A.Grueso Húmedo	672	Kg/m ³	→	-5.6
				<u>-3.8</u>

V.) AGUA EFECTIVA

Agua	193.35	Lt
Aporte	<u>-3.77</u>	Lt
A.E.	197.12	Lt

VI.) RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a) Cemento	224.83	Kg/m ³
b) Agua	197.12	Lt/m ³
c) Arena	1132.95	Kg/m ³
d) Grava	<u>671.57</u>	Kg/m ³
	2226	

VII.) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
En Proporción en peso :	1.00	5.04	2.99	37.26	Lts/Bol
En Proporción en volumen :	1.00	4.62	3.06	37.26	Lts/Pie ³

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI – 1ER ADICIÓN

Resistencia del Diseño : $f'c =$ 50 kg/cm²

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

FINO : Cantera La Victoria-Pátapo.

	Grueso	Fino	
01.- Tamaño máximo nominal	3/8"	-----	pulg.
02.- Peso Unitario suelto seco	1464	1637	kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1505	1742	kg/m ³
04.- Peso específico de masa seco	2665	2486	kg/m ³
05.- Contenido de humedad	0.58	1.07	%
06.- Contenido de absorción	1.42	0.91	%
11.- Módulo de fineza (adimensional)	-----	2.963	

P.E. Metacaolín	2560	kg/m ³
P.E. Aserrín Calcinado	2130	kg/m ³

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

12.- Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr}	120	kg/cm ²
13.- Contenido de aire atrapado		3	%
14.- Relación agua cemento	$R^{a/c}$	0.860	
15.- Asentamiento		2	Pulg.
16.- Volumen unitario del agua	: Agua Potable de la Zona.	193.35	L/m ³
17.- Volumen del agregado grueso		0.444	m ³
18.- Peso específico del cemento	: Cemento Pacasmayo tipo MS	2990	kg/m ³
19.- Aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	0.0	%
20.- Densidad aparente del aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	1.000	kg/cm ³

III.) CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

a) Cemento	202.34	Kg/m ³	→	0.068	m ³
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³	←	0.008	m ³
c) Agua	193.35	Lt/m ³	→	0.193	m ³
d) Aire	3.00	%	→	0.030	m ³
e) Arena	896.74	Kg/m ³	←	0.361	m ³
f) Ceniza Aserrín	192.09	Kg/m ³	←	0.090	m ³
e) Grava	667.67	Lt/m ³	→	0.251	m ³
	2174			1.000	m ³

$R^{a/c}_{nueva} = 0.956$

IV.) CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

Corrección por humedad		Aporte de Agua	
a) A. Fino Húmedo	906	Kg/m ³	→ 1.48
b) A. Grueso Húmedo	672	Kg/m ³	→ <u>-5.61</u>
			-4.14

V.) AGUA EFECTIVA

Agua	193.35	Lt
Aporte	<u>-4.14</u>	Lt
A.E.	197.49	Lt

VI.) RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a) Cemento	202.34	Kg/m ³
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³
c) Agua	197.49	Lt/m ³
e) Arena	906.36	Kg/m ³
f) Ceniza Aserrín	192.09	Kg/m ³
e) Grava	<u>671.57</u>	Kg/m ³
	2189.10	

VII.) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	CEMENTO	METACAOLÍN	A. FINO	C. ASERRÍN	A. GRUESO	AGUA	
En Proporción en peso :	1.00	0.09	4.09	0.87	3.03	37.88	Lts/Bol
En Proporción en volumen :	1.00		3.75		3.11	37.88	Lts/Pie ³

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI – 2DA ADICIÓN

Resistencia del Diseño : $f'c =$ 50 kg/cm²

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

FINO : Cantera La Victoria-Pátapo.

	Grueso	Fino	
01.- Tamaño máximo nominal	3/8"	-----	pulg.
02.- Peso Unitario suelto seco	1464	1637	kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1505	1742	kg/m ³
04.- Peso específico de masa seco	2665	2486	kg/m ³
05.- Contenido de humedad	0.58	1.07	%
06.- Contenido de absorción	1.42	0.91	%
11.- Módulo de fineza (adimensional)	-----	2.963	
P.E. Metacaolín		2560	kg/m ³
P.E. Aserrín Calcinado		2130	kg/m ³

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

12.- Resistencia especificada a los 28 días	f_{cr}	120	kg/cm ²
13.- Contenido de aire atrapado		3	%
14.- Relación agua cemento	$R^{a/c}$	0.860	
15.- Asentamiento		2	Pulg.
16.- Volumen unitario del agua	: Agua Potable de la Zona.	193.35	L/m ³
17.- Volumen del agregado grueso		0.444	m ³
18.- Peso específico del cemento	: Cemento Pacasmayo tipo MS	2990	kg/m ³
19.- Aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	0.0	%
20.- Densidad aparente del aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	1.000	kg/cm ³

III.) CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

a) Cemento	202.34	Kg/m ³	→	0.068	m ³
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³	←	0.008	m ³
c) Agua	193.35	Lt/m ³	→	0.193	m ³
d) Aire	3.00	%	→	0.030	m ³
e) Arena	952.78	Kg/m ³	←	0.383	m ³
f) Ceniza Aserrín	144.07	Kg/m ³	←	0.068	m ³
e) Grava	667.67	Lt/m ³	→	0.251	m ³
	2182			1.000	m ³

$R^{a/c}_{nueva} = 0.956$

IV.) CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APOORTE DE AGUA

Corrección por humedad			Aporte de Agua	
a) A. Fino Húmedo	963	Kg/m ³	→	1.57
b) A. Grueso Húmedo	672	Kg/m ³	→	-5.61
				<u>-4.04</u>

V.) AGUA EFECTIVA

Agua	193.35	Lt
Aporte	<u>-4.04</u>	Lt
A.E.	197.39	Lt

VI.) RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a) Cemento	202.34	Kg/m ³
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³
c) Agua	197.39	Lt/m ³
e) Arena	963.01	Kg/m ³
f) Ceniza Aserrín	144.07	Kg/m ³
e) Grava	<u>671.57</u>	Kg/m ³
	2197.63	

VII.) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	CEMENTO	METACAOLÍN	A. FINO	C. ASERRÍN	A. GRUESO	AGUA	
En Proporción en peso :	1.00	0.09	4.35	0.65	3.03	37.86	Lts/Bol
En Proporción en volumen :	1.00		3.98		3.11	37.86	Lts/Pie ³

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI – 3RA ADICIÓNResistencia del Diseño : $f'c =$ 50 kg/cm²**I.) DATOS DEL AGREGADOS:**

GRUESO : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

FINO : Cantera La Victoria-Pátapo.

	Grueso	Fino	
01.- Tamaño máximo nominal	3/8"	-----	pulg.
02.- Peso Unitario suelto seco	1464	1637	kg/m3
03.- Peso Unitario compactado seco	1505	1742	kg/m3
04.- Peso específico de masa seco	2665	2486	kg/m3
05.- Contenido de humedad	0.58	1.07	%
06.- Contenido de absorción	1.42	0.91	%
11.- Módulo de fineza (adimensional)	-----	2.963	

P.E. Metacaolín	2560	kg/m3
P.E. Aserrín Calcinado	2130	kg/m3

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

12.- Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr}	120	kg/cm ²
13.- Contenido de aire atrapado		3	%
14.- Relación agua cemento	$R^{a/c}$	0.860	
15.- Asentamiento		2	Pulg.
16.- Volumen unitario del agua	: Agua Potable de la Zona.	193.35	L/m ³
17.- Volumen del agregado grueso		0.444	m ³
18.- Peso específico del cemento	: Cemento Pacasmayo tipo MS	2990	kg/m ³
19.- Aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	0.0	%
20.- Densidad aparente del aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	1.000	kg/cm ³

III.) CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

a) Cemento	202.34	Kg/m ³	→	0.068	m ³
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³	←	0.008	m ³
c) Agua	193.35	Lt/m ³	→	0.193	m ³
d) Aire	3.00	%	→	0.030	m ³
e) Arena	896.74	Kg/m ³	←	0.361	m ³
f) Ceniza Aserrín	192.09	Kg/m ³	←	0.090	m ³
e) Grava	667.67	Lt/m ³	→	0.251	m ³
	2174			1.000	m ³

$R^{a/c}_{nueva} =$	0.956
---------------------	-------

IV.) CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

Corrección por humedad		Aporte de Agua	
a) A. Fino Húmedo	906	Kg/m ³	→ 1.48
b) A. Grueso Húmedo	672	Kg/m ³	→ <u>-5.61</u>
			-4.14

V.) AGUA EFECTIVA

Agua	193.35	Lt
Aporte	<u>-4.14</u>	Lt
A.E.	197.49	Lt

VI.) RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a) Cemento	202.34	Kg/m ³
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³
c) Agua	197.49	Lt/m ³
e) Arena	906.36	Kg/m ³
f) Ceniza Aserrín	192.09	Kg/m ³
e) Grava	<u>671.57</u>	Kg/m ³
	2189.10	

VII.) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	CEMENTO	METACAOLÍN	A. FINO	C. ASERRÍN	A. GRUESO	AGUA	
En Proporción en peso :	1.00	0.09	4.09	0.87	3.03	37.88	Lts/Bol
En Proporción en volumen :	1.00		3.75		3.11	37.88	Lts/Pie ³

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI DATOS DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO

Agregado fino :

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

Agregado grueso :

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

	A. GRUESO	A. FINO	
01. Tamaño máximo nominal	3/8"		pulg.
02. Peso Unitario Suelto Seco	1464.26	1637.22	kg/m ³
03. Peso Unitario Compactado Seco	1504.68	1742.35	kg/m ³
04. Peso Especifico de Masa Seco	2664.86	2485.90	kg/m ³
05. Contenido de Humedad	0.58	1.07	%
06. Contenido de Absorción	1.42	0.91	%
07. Módulo de Fineza (Adimensional)		2.962691824	
08. Peso Especifico del Cemento (Tipo Ms)	2990		kg/m ³

PROPORCIONES FINALES EN PESO Y VOLUMEN

Peso:

Cemento	A. Grueso	A. Fino	Agua
1.00	2.99	5.04	37.26

Volumen:

Cemento	A. Grueso	A. Fino	Agua
1.00	3.06	4.62	37.26

Muestra Patron + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado

Peso:

Cemento	Metacaolín	A. Grueso	A. Fino	Aserrín Calcinado	Agua
1.00	0.09	3.03	4.60	0.43	37.84

Muestra Patron + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado

Peso:

Cemento	Metacaolín	A. Grueso	A. Fino	Aserrín Calcinado	Agua
1.00	0.09	3.03	4.35	0.65	37.86

Muestra Patron + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado

Peso:

Cemento	Metacaolín	A. Grueso	A. Fino	Aserrín Calcinado	Agua
1.00	0.09	3.03	4.09	0.87	37.88

Fuente: Desarrollo propio.

La combinación de componentes en esta mezcla reveló que la proporción más adecuada para lograr la resistencia necesaria es de 1:5.04:2.99 en peso; para la muestra patrón con 10% de metacaolín y 10% de aserrín su dosificación en peso es 1:4.60:3.03 con 0.09 de metacaolín y 0.43 de aserrín calcinado; para la muestra patrón con 10% de metacaolín y 15% de aserrín su dosificación en peso es 1:4.35:3.03 con 0.09 de metacaolín y 0.65 de aserrín calcinado; y para la muestra patrón con 10% de metacaolín y 20% de aserrín su dosificación en peso es 1:4.09:3.03 con 0.09 de metacaolín y 0.87 de aserrín calcinado. Estos componentes incluyen cemento, agregado grueso y agregado fino, respectivamente. Esta proporción específica garantiza la resistencia deseada en la muestra patrón. (Revisar Anexo N° 20)

Se ha considerado también realizar el cálculo de la relación agua/cemento para durabilidad, como una referencia técnica, aunque no se utilizó este diseño en la elaboración de los bloques debido a que no están destinados a condiciones extremas de exposición; este valor se presenta únicamente como un complemento informativo en caso de futuras evaluaciones de durabilidad, para este cálculo se consideró un congelamiento y deshielo clase F1 para concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y exposición ocasional a la humedad, con contacto con el agua clase W2 para concreto en contacto con agua donde se requiere baja permeabilidad y contacto con sulfatos clase S1; para los tres casos se recomienda una relación a/mc de 0.50. A continuación se desarrollo un diseño de mezcla para esa relación agua cemento para otras investigaciones:

Tabla 24: Diseño de Mezcla Método del Comité 211 ACI

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI - PATRÓN

Ensayo : Diseño de Mezcla de Concreto $f'c = 50 \text{ Kg/cm}^2$
Referencia : Método del Comité 211 del ACI
Tesista : Zafra Rivasplata Joseph Alexander
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes

Resistencia del Diseño : $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

I) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

FINO : Cantera La Victoria-Pátapo.

01. AGREGADOS	Grueso	Fino	
01.- Tamaño máximo nominal	3/8"	-----	pulg.
02.- Peso Unitario suelto seco	1464	1637	kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1505	1742	kg/m ³
04.- Peso específico de masa seco	2665	2486	kg/m ³
05.- Contenido de humedad	0.58	1.07	%
06.- Contenido de absorción	1.42	0.91	%
07.- Módulo de fineza (adimensional)	-----	2.96	

02. CEMENTO

Tipo : Cemento Pacasmayo Tipo MS

P. Especifico : 2990 Kg/m³

03. AGUA : Potable (Red pública)

II) PARÁMETROS DE DISEÑO (ACI):**01. Cálculo de Resist. De diseño requerida $f'cr$**

$f'c$	$f'cr$
<210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
>350	$f'c + 98$

$f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$
$f'cr = 120 \text{ kg/cm}^2$

02. Contenido de aire atrapado

T.M.N. =	3/8
% Aire =	3 %

03. Contenido de agua

T.M.N. =	3/8
Asentamiento =	2 Pulg.
Vol. de agua =	207 l/m ³

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

12.- Resistencia especificada a los 28 días	f_{cr}	120	kg/cm ²
13.- Contenido de aire atrapado		3	%
14.- Relación agua cemento	$R^{a/c}$	0.500	
15.- Asentamiento		2	Pulg.
16.- Volumen unitario del agua	: Agua Potable de la Zona.	207	L/m ³
17.- Volumen del agregado grueso		0.444	m ³
18.- Peso específico del cemento	: Cemento Pacasmayo tipo MS	2990	kg/m ³
19.- Aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	0.0	%
20.- Densidad aparente del aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	1.000	kg/cm ³

III.) CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

a) Cemento	414.00	Kg/m ³	→	0.138	m ³
b) Agua	207.00	Lt/m ³	→	0.207	m ³
c) Aire	3.00	%	→	0.030	m ³
d) Arena	929.71	Kg/m ³	→	0.374	m ³
e) Grava	667.67	Lt/m ³	→	0.251	m ³
	<u>2221</u>			<u>1.000</u>	<u>m³</u>

IV.) CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APOORTE DE AGUA

Corrección por humedad		Aporte de Agua	
a) A.Fino Húmedo	940	Kg/m ³	→ 1.5
b) A.Grueso Húmedo	672	Kg/m ³	→ -5.6
			<u>-4.1</u>

V.) AGUA EFECTIVA

Agua	207.00	Lt
Aporte	<u>-4.08</u>	<u>Lt</u>
A.E.	211.08	Lt

VI.) RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a) Cemento	414.00	Kg/m ³
b) Agua	211.08	Lt/m ³
c) Arena	939.69	Kg/m ³
d) Grava	<u>671.57</u>	<u>Kg/m³</u>
	2236	

VII.) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
En Proporción en peso :	1.00	2.27	1.62	21.7	Lts/Bol
En Proporción en volumen :	1.00	2.08	1.66	21.7	Lts/Pie ³

Tabla 25 - Categorías y Clases De Exposición

CATEGORÍA	CLASE	CONDICIÓN	
F Congelamiento y Deshielo	F0	Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo. (Nota 1)	
	F1	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y exposición ocasional a la humedad. (Nota 2)	
	F2	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y en contacto continuo con la humedad. (Nota 3)	
	F3	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo que estará en contacto continuo con la humedad y expuesto a productos químicos descongelantes.	
S Sulfatos		Sulfatos solubles en agua en el suelo en contacto con el concreto (SO ₄) % en masa. (Nota 4 y 6)	Sulfatos disueltos en agua en contacto con el concreto (SO ₄) en ppm. (Nota 5 y 7)
	S0	SO ₄ < 0,10	SO ₄ < 150
	S1	0,10 ≤ SO ₄ < 0,20	150 ≤ SO ₄ < 1500
	S2	0,20 ≤ SO ₄ < 2,00	1500 ≤ SO ₄ < 10000
	S3	SO ₄ > 2,00	SO ₄ > 10000
W En contacto con el agua	W0	Concreto seco en servicio	
	W1	Concreto en contacto con agua donde no se requiere baja permeabilidad	
	W2	Concreto en contacto con agua donde se requiere baja permeabilidad	
C Protección del Refuerzo contra la corrosión	C0	Concreto seco o protegido contra la humedad	
	C1	Concreto expuesto a la humedad pero no a una fuente de cloruros	
	C2	Concreto expuesto a cloruros provenientes de agua salobre, agua de mar, salpicaduras de las mismas fuentes o químicos descongelantes	

Fuente: Desarrollo propio.

Tabla 26 - Requisitos Para El Concreto Según La Clase De Exposición

CLASE DE EXPOSICIÓN	RELACIÓN a/mc MÁXIMA	$f'c$ mínimo (MPa)	REQUISITOS MÍNIMOS ADICIONALES			
			Contenido de aire			Límites en los cementantes
F0	N/A	17				
F1	0.50	28	Tabla 4.4.1			N/A
F2	0.45	31	Tabla 4.4.1			N/A
F3	0.40	35	Tabla 4.4.1			Tabla 4.4.2
			Tipo de Material Cementante			Acelerante
			NTP 334.009:2016 Cementos Portland Estándar no adicionados	NTP 334.090:2016 Cementos Portland Adicionados	NTP 334.082:2016 Cementos Portland por Requisitos de Desempeño	Cloruro de Calcio
S0	N/A	17	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	No permitido
S1	0.50	28	Tipo II	Cemento Adicionado con designación(MS)	Tipo MS	No permitido
S2	0.45	31	Tipo V	Cemento Adicionado con designación(HS)	Tipo HS	No permitido
S3 Opción 1	0.45	31	Tipo V más adiciones minerales (Nota 1)	Cemento Adicionado con designación(HS) más adiciones minerales	Tipo HS más adiciones minerales:	No permitido
S3 Opción 2	0.40	35	Tipo V (Nota 2)	Cemento Adicionado con designación(HS)	Tipo HS	No permitido
W0	N/A	17	Ninguno			
W1	N/A	17	Ninguno			
W2	0.50	28	Ninguno			
			Contenido máximo de iones cloruro (Cl ⁻) solubles en agua por m ³ de concreto como % en peso del contenido de cemento.(Nota 3)		Requisitos relacionados	
			Concreto reforzado	Concreto pretensado		
C0	N/A	17	1.00	0.06	Ninguno	
C1	N/A	21	0.30	0.06	Ninguno	
C2	0.40	35	0.15	0.06	Ver 7.7.5 y 18.16	

Fuente: Desarrollo propio.

Si bien el diseño base utilizado en la elaboración de los bloques se realizó para una resistencia de 50 kg/cm², se incorporó también un diseño alternativo tomando en cuenta la relación agua/cemento por durabilidad, según lo establecido por el ACI 211. En este caso, se asumió un entorno con riesgo moderado de exposición a agentes agresivos: clase F1 (congelamiento y deshielo ocasional), clase W2 (baja permeabilidad requerida) y clase S1

(exposición a sulfatos leve). Para estas condiciones, el ACI recomienda una relación agua/cemento máximo de 0.50, con lo cual se elaboró una dosificación alternativa en proporción 1:2.27:1.62 y 21.7 lts/bls, la cual no fue utilizada en la elaboración de los bloques, pero se presenta como un complemento técnico valioso para investigaciones futuras o para adaptar el diseño a ambientes más exigentes.

PROPORCIONES FINALES EN PESO Y VOLUMEN

Peso:

Cemento	A. Grueso	A. Fino	Agua
1.00	1.74	2.58	21.69

Volumen:

Cemento	A. Grueso	A. Fino	Agua
1.00	1.78	2.36	21.69

Muestra Patron + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado

Peso:

Cemento	Metacaolín	A. Grueso	A. Fino	Aserrín Calcinado	Agua
1.00	0.09	1.76	2.09	0.44	22.04

Muestra Patron + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado

Peso:

Cemento	Metacaolín	A. Grueso	A. Fino	Aserrín Calcinado	Agua
1.00	0.09	1.76	2.22	0.33	22.03

Muestra Patron + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado

Peso:

Cemento	Metacaolín	A. Grueso	A. Fino	Aserrín Calcinado	Agua
1.00	0.09	1.76	2.09	0.44	22.04

Elaboración de Diseño de Mezcla para el Mortero

No se tenía previsto realizar este ensayo según los objetivos específicos, ya que la normativa del Reglamentación Nacional de Construcciones, específicamente en la sección E.070 que trata sobre las especificaciones concernientes a la Albañilería [24]. permite el uso de morteros con proporciones de 1:4 o 1:3. La elección de emplear un mortero con una relación de 1:4 fue tomada en concordancia con dicha normativa.

Ensayos clasificatorios de las unidades de concreto

Resistencia a la compresión de unidad

La evaluación subsecuente involucró la aplicación de pruebas destinadas a la determinación de la capacidad de resistencia a la compresión de nuestros elementos de

albañilería, tras haber sido sometidos a un proceso de preparación y curados por un período mínimo de 7 días, y almacenados hasta alcanzar su máxima resistencia a los 28 días.

Tabla 27: Resistencia a la Compresión de Unidad de Albañilería - 7 días

Dosificación	Designación	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Pmáx Promedio(Kg)	F'c (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
Patrón	B-1	40.10	15.10	20.20	605.51	35380	58.43	57.99
	B-2	39.95	15.20	20.15	607.24	35610	58.64	
	B-3	40.05	15.20	20.00	608.76	36100	59.30	
	B-4	40.25	15.15	20.15	609.79	36010	59.05	
	B-5	40.15	15.15	19.95	608.27	33910	55.75	
	B-6	40.25	15.25	20.10	613.81	34840	56.76	
Patrón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	B-1	40.30	15.10	20.10	608.53	25720	42.27	41.66
	B-2	40.10	15.10	20.20	605.51	23850	39.39	
	B-3	40.05	15.30	20.20	612.77	22630	36.93	
	B-4	40.15	15.15	20.10	608.27	25470	41.87	
	B-5	40.05	14.95	20.20	598.75	28170	47.05	
	B-6	40.20	15.20	20.15	611.04	25930	42.44	
Patrón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	B-1	40.05	15.10	20.25	604.76	21240	35.12	32.47
	B-2	40.15	15.20	20.15	610.28	18330	30.04	
	B-3	40.10	15.15	20.00	607.52	21330	35.11	
	B-4	40.00	15.00	20.05	600.00	20750	34.58	
	B-5	40.15	15.30	20.05	614.30	17980	29.27	
	B-6	39.95	15.00	20.15	599.25	18410	30.72	
Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	B-1	40.10	15.20	20.20	609.52	12500	20.51	21.21
	B-2	40.20	15.05	19.95	605.01	12310	20.35	
	B-3	40.15	15.05	20.10	604.26	12130	20.07	
	B-4	39.95	15.00	20.25	599.25	11200	18.69	
	B-5	40.10	15.30	20.20	613.53	13740	22.39	
	B-6	40.10	15.20	20.20	609.52	15400	25.27	

Fuente: Desarrollo propio.

Tabla 28: Resistencia a la Compresión de Unidad de Albañilería - 14 días

Dosificación	Designación	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Pmáx Promedio(Kg)	F'c (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
Patrón	B-1	40.10	15.00	20.00	601.50	47190	78.45	75.59
	B-2	40.05	15.25	20.20	610.76	43520	71.26	
	B-3	40.20	15.05	20.20	605.01	46560	76.96	
	B-4	40.15	14.95	19.95	600.24	45810	76.32	
	B-5	40.00	14.95	20.25	598.00	46880	78.39	
	B-6	40.05	15.15	19.95	606.76	43770	72.14	
Patrón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	B-1	40.20	15.15	20.15	609.03	35020	57.50	59.60
	B-2	40.25	15.05	20.05	605.76	36270	59.87	
	B-3	39.95	15.05	20.15	601.25	36760	61.14	
	B-4	39.95	15.05	20.05	601.25	36620	60.91	
	B-5	40.10	15.05	20.15	603.51	35040	58.06	
	B-6	40.10	14.95	20.15	599.50	36050	60.13	
Patrón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	B-1	40.30	15.15	19.95	610.55	29240	47.89	45.72
	B-2	40.05	15.15	20.00	606.76	28280	46.61	
	B-3	40.05	14.95	20.15	598.75	26330	43.98	
	B-4	40.05	15.25	20.15	610.76	26620	43.58	
	B-5	40.25	15.20	20.30	611.80	28310	46.27	
	B-6	40.00	15.10	20.10	604.00	27770	45.98	
Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	B-1	40.10	15.20	19.95	609.52	20530	33.68	33.83
	B-2	40.15	15.05	20.30	604.26	21530	35.63	
	B-3	40.20	15.05	19.95	605.01	19420	32.10	
	B-4	40.30	15.05	20.05	606.52	20860	34.39	
	B-5	40.05	15.05	20.25	602.75	20190	33.50	
	B-6	40.25	15.20	20.00	611.80	20600	33.67	

Fuente: Desarrollo propio.

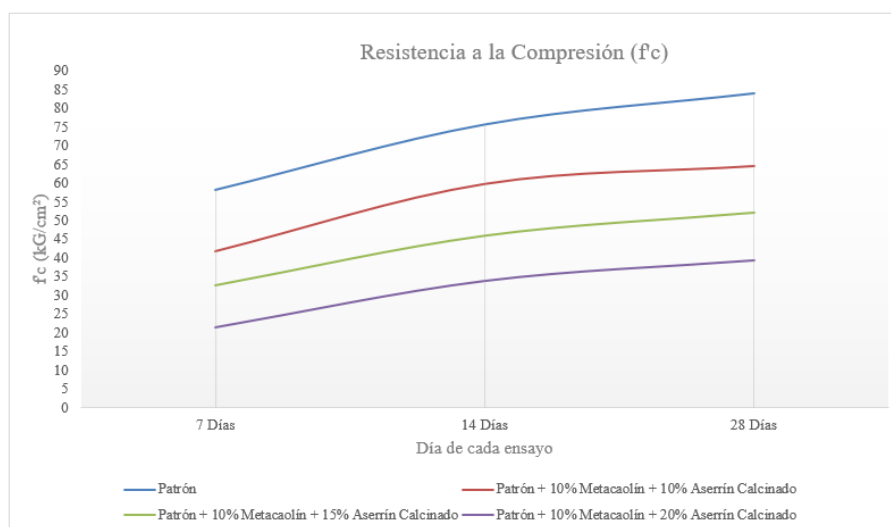
Tabla 29: Resistencia a la Compresión de Unidad de Albañilería - 28 días

Dosificación	Designación	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Pmáx Promedio(Kg)	F'c (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Verificación E.070 Bloque P
Patrón	B-1	40.30	15.10	20.05	608.53	48970	80.47	83.97	CUMPLE
	B-2	40.20	15.30	20.00	615.06	48740	79.24		
	B-3	40.05	15.10	20.00	604.76	53210	87.99		
	B-4	40.10	15.25	20.25	611.53	51780	84.67		
	B-5	39.95	15.30	20.00	611.24	52590	86.04		
	B-6	40.30	15.00	20.20	604.50	51640	85.43		
Patrón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	B-1	40.30	15.00	20.00	604.50	37330	61.75	64.37	CUMPLE
	B-2	40.10	15.15	20.10	607.52	40880	67.29		
	B-3	40.00	15.00	20.30	600.00	41670	69.45		
	B-4	40.15	15.25	19.95	612.29	37610	61.43		
	B-5	40.30	15.10	20.30	608.53	37680	61.92		
	B-6	40.25	15.15	20.10	609.79	39270	64.40		
Patrón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	B-1	40.30	14.95	20.30	602.49	31460	52.22	51.88	CUMPLE
	B-2	40.25	15.25	20.35	613.81	30540	49.75		
	B-3	40.20	15.00	19.95	603.00	32540	53.96		
	B-4	40.00	15.25	20.25	610.00	31580	51.77		
	B-5	40.20	15.00	20.05	603.00	31230	51.79		
	B-6	40.20	15.05	20.25	605.01	31330	51.78		
Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	B-1	40.05	15.05	20.20	602.75	24480	40.61	39.42	NO CUMPLE
	B-2	39.95	15.05	20.10	601.25	22970	38.20		
	B-3	40.00	14.95	20.25	598.00	24460	40.90		
	B-4	40.25	15.05	20.25	605.76	23840	39.36		
	B-5	40.00	15.05	19.95	602.00	23040	38.27		
	B-6	40.05	15.15	20.15	606.76	23770	39.18		

Fuente: Desarrollo propio.

La clasificación según el RNE E070 [24] indica que, al analizar la resistencia promedio, la mezcla que incluyó un 10% de metacaolín y un 10% de aserrín calcinado exhibió una resistencia superior en comparación con las otras adicciones. Sin embargo, se percibió un desgaste en la resistencia en comparación con el bloque patrón; la otra dosificación que logro pasar los parámetros para considerarse bloque portante es la que incluye 10% de metacaolín y 15% de aserrín calcinado, la única adición que no cumplió los parámetros de resistencia es la que contiene 10% de metacaolín y 20% de aserrín calcinado, para más información dirigirse a los anexos del 21 al 23, dónde estará el informe.

Ilustración 29: Resistencia a la Compresión de Unidad de Albañilería



Fuente: Desarrollo propio.

En el gráfico previo, se evidencia que el bloque con una dosificación que incluye un reemplazo del 10% de metacaolín y un 20% de aserrín calcinado exhibe la resistencia más baja, registrando 39.42 Kg/cm², este resultado indica que dicho bloque no es adecuado para ser utilizado como muro portante. Además, la segunda resistencia más baja se encuentra en la dosificación con un reemplazo del 10% de metacaolín y un 15% de aserrín calcinado, con una resistencia de 51.88 kg/cm², calificándolo como apto para un muro portante. En contraste, la dosificación que logró el valor promedio más alto fue aquella que reemplazó el 10% de metacaolín y el 10% de aserrín calcinado, alcanzando una resistencia de 64.37 Kg/cm²; en el caso de las tres dosificaciones evidencian una disminución de la resistencia en semejanza con la muestra base el cual alcanzo un f^b de 83.97 Kg/cm². Según los datos obtenido se percibe un mayor incremento de la resistencia entre los 7 y 14 días, en relación entre los días 14 y 28.

Absorción de agua

La absorción se constituye como una metodología que arroja luz sobre la medida de agua que un material tiene la capacidad de retener; en este escenario particular, su enfoque se centra en la aptitud de retención de líquidos de la unidad de albañilería. Este parámetro se obtiene a través de la deducción del peso en condiciones secas de un ladrillo del peso correspondiente al mismo ladrillo completamente rebozado de agua.

Tabla 30: Absorción de Agua de Bloques

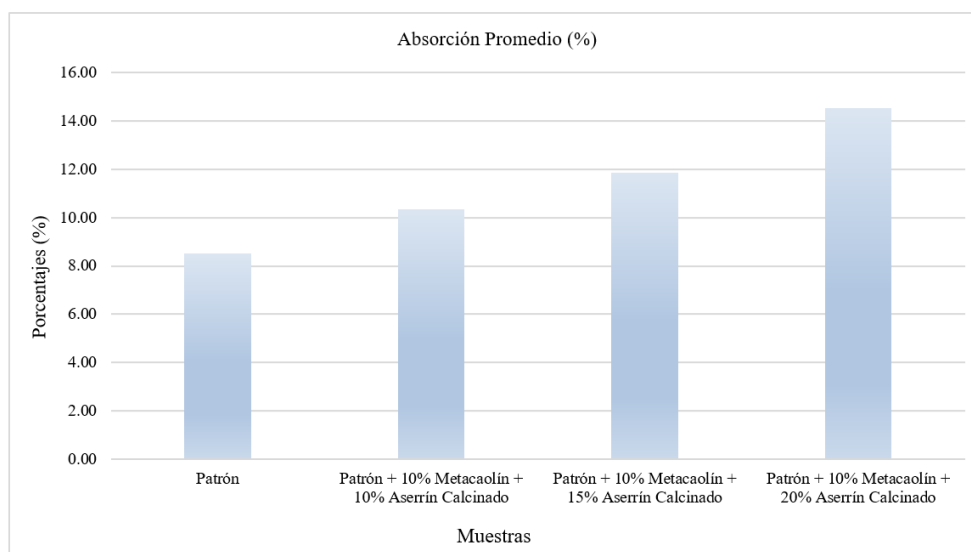
Dosificación	Designación	Peso Saturado - Ws (Kg)	Peso Sumergido - Wi (Kg)	Peso Seco - Wd (Kg)	Absorción Individual (Kg/m ²)	Absorción Individual (%)	Absorción Promedio 3 unidades(%)	Absorción Promedio (%)	Verificación NTP 399.602 (Máx 12%)
Patrón	B-1	18.69	11.21	17.30	185.83	8.03	8.40	8.51	CUMPLE
	B-2	19.26	11.52	17.71	200.26	8.75			
	B-3	19.22	11.48	17.73	192.51	8.40			
	B-4	18.99	11.37	17.57	186.35	8.08	8.62	8.62	CUMPLE
	B-5	19.20	11.48	17.52	217.62	9.59			
	B-6	18.78	11.07	17.36	184.18	8.18			
Patrón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	B-1	18.51	10.59	16.83	212.12	9.98	10.33	10.36	CUMPLE
	B-2	18.41	10.45	16.58	229.90	11.04			
	B-3	18.53	10.07	16.85	198.58	9.97			
	B-4	18.64	10.49	16.93	209.82	10.10	10.38	10.38	CUMPLE
	B-5	19.06	10.94	17.22	226.60	10.69			
	B-6	18.53	10.88	16.79	227.45	10.36			
Patrón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	B-1	18.43	10.69	16.56	241.60	11.29	12.12	11.88	NO CUMPLE
	B-2	18.63	10.03	16.61	234.88	12.16			
	B-3	18.89	10.59	16.73	260.24	12.91			
	B-4	18.69	10.57	16.67	248.77	12.12	11.63	11.63	CUMPLE
	B-5	18.26	9.51	16.42	210.29	11.21			
	B-6	18.33	9.84	16.43	223.79	11.56			
Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	B-1	17.96	9.61	15.80	258.68	13.67	14.57	14.53	NO CUMPLE
	B-2	18.08	9.86	15.66	294.40	15.45			
	B-3	17.98	9.77	15.69	278.93	14.60			
	B-4	18.08	9.35	15.74	268.04	14.87	14.48	14.48	NO CUMPLE
	B-5	17.87	9.87	15.60	283.75	14.55			
	B-6	17.96	9.79	15.75	270.50	14.03			

Fuente: Desarrollo propio.

De acuerdo con la estipulación delineada en la NTP 399.602 [35], en lo concerniente a los bloques de concreto, se establece que la absorción máxima debe limitarse al 12%. En consecuencia, se puede concluir que aquellos bloques sometidos a ensayo que no exceden

este umbral en su totalidad son aquellos que presentan una mezcla con un 10% de metacaolín y un 20% de aserrín calcinado como sustituto, la dosificación correspondiente a 10% de metacaolín y 15% de aserrín nos dieron resultados cercanos al límite cumpliendo solo algunos bloques, la dosificación que si cumplió en su totalidad lo requerido por la norma fue la dosificación que incluye 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado, para más información dirigirse al anexo número 31, dónde estará el informe.

Ilustración 30: Absorción de Agua de Bloques



Fuente: Desarrollo propio.

Variación Dimensional

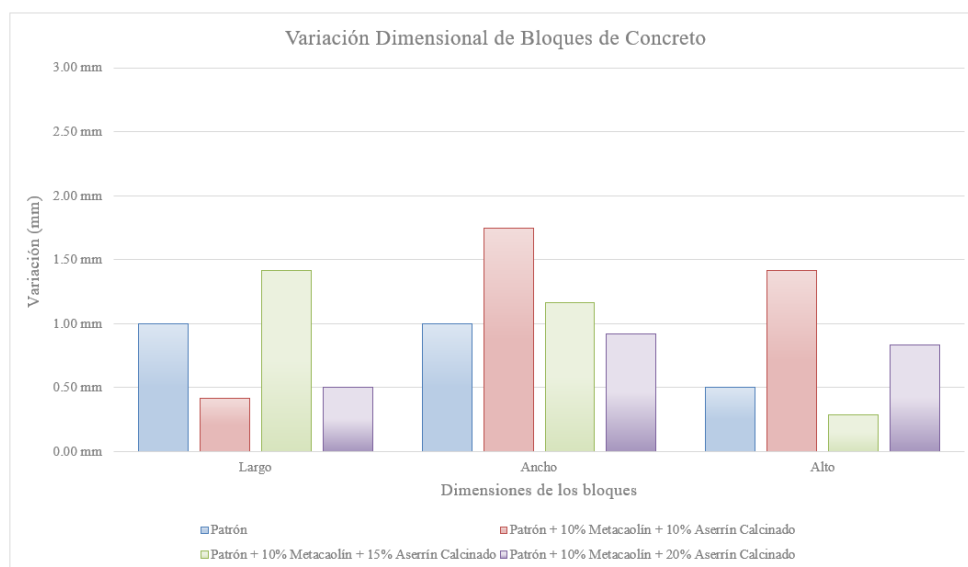
La discrepancia dimensional se conceptualiza como la diferencia entre las medidas de la unidad de albañilería y las dimensiones del molde empleado, dividiendo esta discrepancia entre las dimensiones del molde y multiplicándola por 100. Para cumplir con la Norma Técnica Peruana 399.602 [35], se requiere que esta variación sea inferior a ± 3 mm. Además, al compararlo con el RNE E-0.70 [24], se establece que, para el Bloque P, las variaciones deben ser menores a $\pm 2\%$ para longitudes mayores a 150 mm, a $\pm 3\%$ para el ancho (siendo 150 mm) y a $\pm 3\%$ para la altura (siendo mayor a 150 mm). (Revisar Anexo N° 27)

Tabla 31: Variación Dimensional de Bloques de Concreto

Dosificación	Medición	Designación						Variación Dimensional (mm)	Verificación NTP 399.602 (Máx +/- 3 mm)	Variación Dimensional (%)	Verificación E.070 Bloque P
		B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6				
Patrón	Largo	40.10	40.25	40.00	40.05	39.90	40.30	-1.00 mm	CUMPLE	0.25%	CUMPLE
	Ancho	15.15	15.25	15.00	14.95	15.10	15.15	-1.00 mm	CUMPLE	0.67%	CUMPLE
	Alto	20.15	20.15	20.10	19.90	20.10	19.90	-0.50 mm	CUMPLE	0.25%	CUMPLE
Patrón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	Largo	39.95	40.00	39.95	40.10	40.00	40.25	-0.42 mm	CUMPLE	0.10%	CUMPLE
	Ancho	15.05	15.15	15.25	15.00	15.30	15.30	-1.75 mm	CUMPLE	1.17%	CUMPLE
	Alto	20.25	20.10	20.30	19.95	20.25	20.00	-1.42 mm	CUMPLE	0.71%	CUMPLE
Patrón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	Largo	39.95	40.25	40.05	40.30	40.20	40.10	-1.42 mm	CUMPLE	0.35%	CUMPLE
	Ancho	14.95	15.05	15.05	15.30	15.25	15.10	-1.17 mm	CUMPLE	0.78%	CUMPLE
	Alto	20.00	20.25	20.05	19.85	19.97	20.05	-0.28 mm	CUMPLE	0.14%	CUMPLE
Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	Largo	40.25	40.00	40.05	40.05	39.95	40.00	-0.50 mm	CUMPLE	0.13%	CUMPLE
	Ancho	15.30	15.15	15.05	15.10	14.90	15.05	-0.92 mm	CUMPLE	0.61%	CUMPLE
	Alto	20.25	20.00	20.30	19.95	19.95	20.05	-0.83 mm	CUMPLE	0.42%	CUMPLE

Fuente: Desarrollo propio.

Ilustración 31: Variación Dimensional de Bloques de Concreto



Fuente: Desarrollo propio.

La muestra patrón presenta una variación dimensional promedio de 1.00 mm en su largo, 1.00 mm en su ancho y 0.50 mm en su alto; en la muestra patrón con 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado presenta un promedio de 0.42 mm en su largo, 1.75 mm en su ancho y 1.42 mm en su alto; en la muestra patrón con 10% de metacaolín y 15% de aserrín calcinado presenta un promedio de 1.42 mm en su largo, 1.17 mm en su ancho y 0.28 mm en su alto; y en la muestra patrón con 10% de metacaolín y 20% de aserrín calcinado presenta un promedio de 0.50 mm en su largo, 0.92 mm en su ancho y 0.83 mm en su alto.

Alabeo

La curvatura de un elemento se evalúa mediante el alabeo, y en el contexto de la Normativa Técnica Peruana aplicada a unidades de albañilería de concreto, no se especifica un valor máximo para el alabeo. Sin embargo, RNE E.070-Albañilería [24], establece

criterios específicos para clasificar como Bloque P, indicando que el alabeo máximo permitido debe ser de 4 mm. (Revisar Anexo N° 30)

Tabla 32: Alabeo muestra patrón

		CARA A	CARA B	Verificación E.070 Bloque P
		(mm)	(mm)	
Patrón	B-01	1.0	1.0	CUMPLE ALABEO
	B-02	2.5	1.5	
	B-03	2.5	1.5	
	B-04	1.0	1.5	
	B-05	3.0	2.0	
	PROMEDIO	2.0	1.5	

Fuente: Desarrollo propio.

Tabla 33: Alabeo muestra patrón + 10% metacaolín + 10% aserrín calcinado

		CARA A	CARA B	Verificación E.070 Bloque P
		(mm)	(mm)	
Patrón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	B-01	2.5	1.5	CUMPLE ALABEO
	B-02	2.0	2.0	
	B-03	1.0	2.0	
	B-04	1.5	1.5	
	B-05	1.0	1.5	
	PROMEDIO	1.6	1.7	

Fuente: Desarrollo propio.

Tabla 34: Alabeo muestra patrón + 10% metacaolín + 15% aserrín calcinado

		CARA A	CARA B	Verificación E.070 Bloque P
		(mm)	(mm)	
Patrón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	B-01	1.5	1.5	CUMPLE ALABEO
	B-02	1.5	2.5	
	B-03	2.0	2.5	
	B-04	3.0	1.5	
	B-05	2.5	1.5	
	PROMEDIO	2.1	1.9	

Fuente: Desarrollo propio.

Tabla 35: Alabeo muestra patrón + 10% metacaolín + 20% aserrín calcinado

		CARA A	CARA B	Verificación E.070 Bloque P
		(mm)	(mm)	
Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	B-01	2.5	2.0	CUMPLE ALABEO
	B-02	2.5	2.5	
	B-03	3.0	1.5	
	B-04	3.0	2.5	
	B-05	3.5	1.0	
PROMEDIO		2.9	1.9	

Fuente: Desarrollo propio.

Como se puede notar, todas las mezclas cumplen con la comprobación y la clasificación como Bloque P en términos de su alabeo máximo, mostrando características cóncavas en ambas caras; en la muestra patrón presenta un alabeo promedio mayor de 2.00 mm, en la muestra patrón con 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado presenta un alabeo promedio mayor de 1.70 mm, en la muestra patrón con 10% de metacaolín y 15% de aserrín calcinado presenta un alabeo promedio mayor de 2.10 mm, y en la muestra patrón con 10% de metacaolín y 20% de aserrín calcinado presenta un alabeo promedio mayor de 2.90 mm.

Ensayos no clasificatorios de las unidades de concreto

Densidad de los bloques de concreto

La NTP 399.604 [26] establece que la densidad de una unidad de albañilería de concreto de peso normal, en condiciones de secado, debe ser igual o superior a 2000 kg/m³.

Tabla 36: Densidad de todas las adiciones

Dosificación	Designación	Peso Saturado - Ws (Kg)	Peso Sumergido - Wi (Kg)	Peso Seco - Wd (Kg)	Densidad Individual (Kg/m ³)	Densidad Promedio 3 unidades (Kg/m ³)	Densidad Promedio (Kg/m ³)	Verificación NTP 399.602 (2000 kg/m ³ ó más)
Patrón	B-1	18.69	11.21	17.30	2312.83	2297.22	2286.41	PESO NORMAL
	B-2	19.26	11.52	17.71	2288.11			
	B-3	19.22	11.48	17.73	2290.70			
	B-4	18.99	11.37	17.57	2305.77	2275.61	2286.41	PESO NORMAL
	B-5	19.20	11.48	17.52	2269.43			
	B-6	18.78	11.07	17.36	2251.62			
Patrón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	B-1	18.51	10.59	16.83	2125.00	2066.55	2098.73	PESO NORMAL
	B-2	18.41	10.45	16.58	2082.91			
	B-3	18.53	10.07	16.85	1991.73			
	B-4	18.64	10.49	16.93	2077.30	2130.92	2098.73	PESO NORMAL
	B-5	19.06	10.94	17.22	2120.69			
	B-6	18.53	10.88	16.79	2194.77			
Patrón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	B-1	18.43	10.69	16.56	2139.53	2028.86	1991.89	PESO NORMAL
	B-2	18.63	10.03	16.61	1931.40			
	B-3	18.89	10.59	16.73	2015.66			
	B-4	18.69	10.57	16.67	2052.96	1954.91	1991.89	PESO LIGERO
	B-5	18.26	9.51	16.42	1876.57			
	B-6	18.33	9.84	16.43	1935.22			
Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	B-1	17.96	9.61	15.80	1892.22	1902.80	1898.20	PESO LIGERO
	B-2	18.08	9.86	15.66	1905.11			
	B-3	17.98	9.77	15.69	1911.08			
	B-4	18.08	9.35	15.74	1802.98	1893.59	1898.20	PESO LIGERO
	B-5	17.87	9.87	15.60	1950.00			
	B-6	17.96	9.79	15.75	1927.78			

Fuente: Desarrollo propio.

La tabla N°32 nos muestra que la muestra patrón tiene una densidad normal que corresponde a los parámetros de la densidad del concreto, y que, en las adiciones, en relación con el aumento del porcentaje del aserrín calcinado en la muestra su peso disminuye hasta estar por debajo de un peso normal de 2000 kg/m³ o más, resultando una densidad promedio de 1898.20 Kg/m³ la dosificación que incluye 10% de metacaolín y 20% de aserrín calcinado; la muestra patrón obtuvo una densidad promedio de 2286.41 Kg/m³; una densidad promedio de 2098.73 Kg/m³ la dosificación que incluye 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado; y una densidad promedio de 1991.89 Kg/m³ la dosificación que incluye 10% de metacaolín y 15% de aserrín calcinado. (Revisar Anexo N° 24)

Resistencia a la compresión axial de prismas

La NTP 399.605 [27] estipula los métodos para la elaboración y evaluación de prismas, así como las fórmulas para establecer su resistencia a la compresión, designada como f_{mt} .

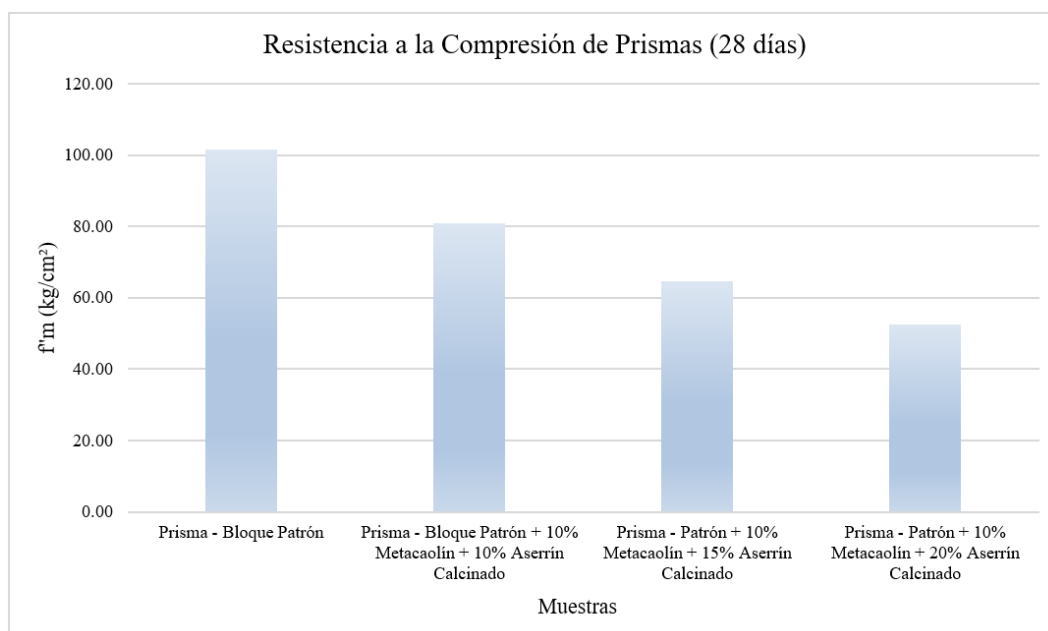
Tabla 37: Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería

Dosificación	Designación	lp (mm)	tp (mm)	lp (mm)	Área (mm ²)	lp/tp (Esbeltez)	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor de Corrección	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)	f _{mt} promedio (kg/cm ²)
Prisma - Bloque Patrón	B-1	401.00	151.50	413.00	60751.50	2.73	570720	9.39	1.05	9.90	100.93	101.56
	B-2	402.50	152.50	417.00	61381.25	2.73	566770	9.23	1.05	9.73	99.25	
	B-3	399.00	151.00	408.00	60249.00	2.70	586820	9.74	1.05	10.25	104.50	
Prisma - Bloque Patrón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	B-1	403.00	151.50	410.00	61054.50	2.71	459730	7.53	1.05	7.92	80.80	80.92
	B-2	401.00	150.00	417.00	60150.00	2.78	459660	7.64	1.06	8.08	82.35	
	B-3	402.50	152.50	409.00	61381.25	2.68	455880	7.43	1.05	7.81	79.59	
Prisma - Patrón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	B-1	403.00	149.50	416.00	60248.50	2.78	362230	6.01	1.06	6.35	64.80	64.55
	B-2	402.50	152.50	422.00	61381.25	2.77	374260	6.10	1.06	6.44	65.66	
	B-3	402.00	150.00	409.00	60300.00	2.73	354610	5.88	1.05	6.20	63.18	
Prisma - Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	B-1	400.50	150.50	414.00	60275.25	2.75	300920	4.99	1.06	5.27	53.71	52.45
	B-2	399.50	149.50	417.00	59725.25	2.79	299770	5.02	1.06	5.31	54.12	
	B-3	402.50	151.50	415.00	60978.75	2.74	280890	4.61	1.05	4.86	49.53	

Fuente: Desarrollo propio.

La tabla muestra los resultados de los ensayos con diferentes dosificaciones: bloque patrón, bloque patrón con 10% de metacaolín y 10%, 15%, y 20% de aserrín calcinado. Los prismas de bloque patrón sin aditivos presentan la mayor resistencia promedio (101.56 kg/cm²), mientras que la inclusión de 10% de metacaolín y aserrín calcinado reduce la resistencia a 80.92 kg/cm². Al aumentar el contenido de aserrín calcinado a 15% y 20%, la resistencia disminuye aún más, alcanzando 64.55 kg/cm² y 52.45 kg/cm² respectivamente. Esto sugiere que, aunque el metacaolín puede mejorar algunas propiedades, el aserrín calcinado en mayores proporciones introduce porosidad y debilita el material, afectando negativamente su capacidad de compresión. Es esencial optimizar las proporciones de estos aditivos para no comprometer la integridad mecánica del material. (Revisar Anexo N° 32)

Ilustración 32: Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería



Fuente: Desarrollo propio.

Compresión Diagonal en muretes

Este procedimiento experimental fue concebido con el fin de lograr una medición con una precisión superior a la alcanzada por métodos alternativos, en lo que atañe a la capacidad de resistencia frente a fuerzas de compresión aplicadas en una dirección diagonal, específicamente en relación con la integridad estructural de las construcciones de albañilería.

Tabla 38: Compresión Diagonal en muretes de albañilería

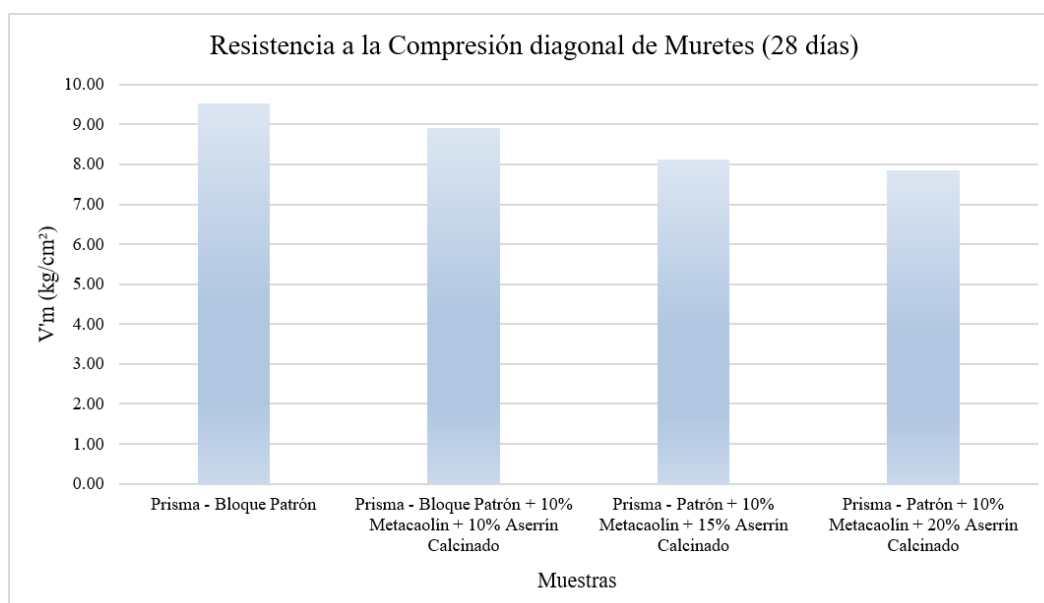
Dosificación	Designación	l (mm)	t (mm)	h (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)	Vm promedio (kg/cm ²)
Prisma - Bloque Patrón	B-1	619.65	149.50	622.15	92824.55	121174	0.923	9.41	9.52
	B-2	618.45	151.50	619.35	93763.35	128791	0.971	9.90	
	B-3	619.50	152.50	620.85	94576.69	121331	0.907	9.25	
Prisma - Bloque Patrón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	B-1	619.50	149.40	624.20	92904.39	116367	0.886	9.03	8.90
	B-2	620.15	150.80	623.80	93793.83	114022	0.859	8.76	
	B-3	618.30	151.30	624.30	94002.69	116316	0.875	8.92	
Prisma - Patrón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	B-1	619.90	148.30	623.40	92190.70	105115	0.806	8.22	8.12
	B-2	621.30	152.30	623.80	94814.37	107126	0.799	8.15	
	B-3	622.90	151.60	624.20	94530.18	104880	0.784	8.00	
Prisma - Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	B-1	622.50	118.50	607.40	72871.58	79467	0.771	7.86	7.84
	B-2	619.50	119.10	609.30	73175.04	77600	0.750	7.65	
	B-3	621.10	117.30	608.50	72116.04	80157	0.786	8.01	

Fuente: Desarrollo propio.

Los valores de resistencia a la compresión diagonal ($V'm$) varían según la composición de los prismas, con el Bloque Patrón mostrando un $V'm$ promedio de 9.52 kg/cm². Al incorporar 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado, la resistencia promedio disminuye

a 8.90 kg/cm². Una mayor adición de aserrín calcinado, al 15% y 20%, conduce a resistencias promedio aún menores de 8.12 kg/cm² y 7.84 kg/cm², respectivamente. Los descubrimientos sugieren que, si bien la inclusión de metacaolín y aserrín calcinado conlleva una disminución adversa en la resistencia a la compresión diagonal de los prismas, es el aumento en la proporción de aserrín calcinado el que ejerce una influencia más notable en la reducción de esta resistencia. (Revisar Anexo N° 33)

Ilustración 33: Compresión Diagonal en muretes de albañilería



Fuente: Desarrollo propio.

Comparación económica de los gastos inherentes a la producción de los bloques

Para alcanzar el objetivo de calcular el coste directo de los materiales utilizados en la fabricación de bloques de concreto ligero que incorporan metacaolín y aserrín calcinado, en contraste con las unidades convencionales de albañilería elaboradas a partir de concreto tradicional, se utilizaron datos suministrados por el Boletín Técnico de CAPECO [44].

Este análisis es esencial para determinar la viabilidad económica de la producción de bloques de concreto ligero frente a los métodos tradicionales. La incorporación de metacaolín y aserrín calcinado como materiales alternativos no solo busca optimizar las propiedades mecánicas y térmicas, sino también optimizar los costos y minimizar las repercusiones ambientales inherentes a la manufactura de materiales de edificación tradicionales.

Tabla 39: Costo de materia prima - aserrín de madera lupuna

COSTO DEL ASERRÍN				
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Aserrín de madera lupuna	Kg	210	0.67	140.00
Flete	Pqt	14	1.00	14.00
				154.00
				Precio por 1 kg de aserrín
				0.73

Fuente: Desarrollo propio.

En la tabla N°35 se calcula el precio por 1 kg de aserrín que se compró, considerando el precio por saco (15Kg) siendo un total de 14 y el traslado de los insumos primarios hacia el sitio de su posterior transformación, resultando un valor de S/ 0.73 por 1 kg de aserrín.

Tabla 40: Costo de materia prima - caolín

COSTO DEL CAOLÍN				
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Caolín	Kg	50	2.63	131.33
Flete	Pqt	1	43.78	43.78
				175.11
				Precio por 1 kg de caolín
				3.50

Fuente: Desarrollo propio.

En la tabla N°36 se calcula el precio por 1 kg de caolín que se compró, considerando el precio paquete (50Kg) y el traslado de los insumos primarios hacia el sitio de su posterior transformación, resultando un valor de S/ 3.50 por 1 kg de caolín.

Tabla 41: Procesamiento del aserrín calcinado

Partida	PROCESAMIENTO DEL ASERRÍN CALCINADO							
	Rendimiento	KG/DIA	MO.	300.000	EQ.	300.000	Costo unitario directo por :	KG 2.17
Jornada	8	hr/día						
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
PEÓN			HH	1.0000	0.027	19.58	0.52	
							0.52	
Materiales								
ASERRÍN DE MADERA			KG		1.050	0.73	0.77	
							0.77	
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.52	0.02	
HORNO ARTESANAL			HM	0.5000	0.0133	65.00	0.87	
							0.88	

Fuente: Desarrollo propio.

En la tabla N°37 se evidencia el cálculo para el procesamiento del aserrín, calcinado en un horno artesanal, dando un valor de S/ 2.17 por 1 kg de aserrín calcinado.

Tabla 42: Procesamiento del metacaolín

Partida	PROCESAMIENTO DEL METACAOLÍN						
Rendimiento	KG/DIA	MO.	500.000	EQ.	500.000	Costo unitario directo por :	KG 4.52
Jornada	8	hr/dia					
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
PEÓN			HH	1.0000	0.016	19.58	0.31
							0.31
Materiales							
CAOLÍN			KG		1.050	3.50	3.68
							3.68
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.31	0.01
HORNO ARTESANAL			HM	0.5000	0.0080	65.00	0.52
							0.53

Fuente: Desarrollo propio.

En la tabla N°38 se evidencia el cálculo para el procesamiento del caolín, calcinado en un horno artesanal para ser activado térmicamente, dando un valor de S/ 4.52 por 1 kg de metacaolín.

Tabla 43: APU - Muestra Patrón

Partida	BLOQUE DE CONCRETO - MUESTRA PATRÓN						
Rendimiento	UND/DIA	MO.	160.000	EQ.	160.000	Costo unitario directo por :	UND 5.30
Jornada	8	hr/dia					
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO			HH	1.0000	0.0500	27.49	1.37
PEÓN			HH	1.0000	0.0500	19.58	0.98
							2.35
Materiales							
CEMENTO			BLS		0.0416	29.82	1.24
AGUA			M ³		0.0016	5.00	0.01
A. FINO			M ³		0.0036	50.03	0.18
A. GRUESO (CONFITILLO)			M ³		0.0020	60.08	0.12
							1.55
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	2.35	0.07
MEZCLADORA			H.M	0.5000	0.0250	28.00	0.70
MESA VIBRATORIA			HM	0.5000	0.0250	25.00	0.63
							1.40

Fuente: Desarrollo propio.

En la tabla N°39 explica el cálculo del APU del bloque patrón, para el cual se tomó en cuenta los equipos utilizados, la dosificación para este bloque y en la mano de obra realizaban 160 bloques por jornada de trabajo, dando un valor de S/5.30 por cada bloque.

Tabla 44: APU - MP + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado

Partida	BLOQUE DE CONCRETO - MP + 10% METACAOLÍN + 10% ASERRÍN						
Rendimiento	UND/DIA	MO.	160.000	EQ.	160.000	Costo unitario directo por :	UND 7.26
Jornada	8	hr/día					
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO			HH	1.0000	0.0500	27.49	1.37
PEÓN			HH	1.0000	0.0500	19.58	0.98
							2.35
Materiales							
CEMENTO			BLS		0.0375	29.82	1.12
AGUA			M ³		0.0016	5.00	0.01
A. FINO			M ³		0.0032	50.03	0.16
A. GRUESO (CONFITILLO)			M ³		0.0020	60.08	0.12
ASERRÍN CALCINADO			KG		0.6531	2.17	1.42
METACAOLÍN			KG		0.1515	4.52	0.68
							3.51
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	2.35	0.07
MEZCLADORA			H.M	0.5000	0.0250	28.00	0.70
MESA VIBRATORIA			HM	0.5000	0.0250	25.00	0.63
							1.40

Fuente: Desarrollo propio.

En la tabla N°40 explica el cálculo del APU del bloque patrón con 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado, la dosificación para este bloque y en la mano de obra realizaban 160 bloques por jornada de trabajo, dando un valor de S/7.26 por cada bloque.

Tabla 45: APU - MP + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado

Partida	BLOQUE DE CONCRETO - MP + 10% METACAOLÍN + 15% ASERRÍN						
Rendimiento	UND/DIA	MO.	160.000	EQ.	160.000	Costo unitario directo por :	UND 7.96
Jornada	8	hr/día					
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO			HH	1.0000	0.0500	27.49	1.37
PEÓN			HH	1.0000	0.0500	19.58	0.98
							2.35
Materiales							
CEMENTO			BLS		0.0375	29.82	1.12
AGUA			M ³		0.0016	5.00	0.01
A. FINO			M ³		0.0030	50.03	0.15
A. GRUESO (CONFITILLO)			M ³		0.0020	60.08	0.12
ASERRÍN CALCINADO			KG		0.9796	2.17	2.13
METACAOLÍN			KG		0.1515	4.52	0.68
							4.21
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	2.35	0.07
MEZCLADORA			H.M	0.5000	0.0250	28.00	0.70
MESA VIBRATORIA			HM	0.5000	0.0250	25.00	0.63
							1.40

Fuente: Desarrollo propio.

En la tabla N°41 explica el cálculo del APU del bloque patrón con 10% de metacaolín y 15% de aserrín calcinado, la dosificación para este bloque y en la mano de obra realizaban 160 bloques por jornada de trabajo, dando un valor de S/7.96 por cada bloque.

Tabla 46: APU - MP + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado

Partida	BLOQUE DE CONCRETO - MP + 10% METACAOLÍN + 20% ASERRÍN						
Rendimiento	UND/DIA	MO.	160.000	EQ.	160.000	Costo unitario directo por :	UND 8.66
Jornada	8	hr/día					
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO			HH	1.0000	0.0500	27.49	1.37
PEÓN			HH	1.0000	0.0500	19.58	0.98
							2.35
Materiales							
CEMENTO			BLS		0.0375	29.82	1.12
AGUA			M ³		0.0016	5.00	0.01
A. FINO			M ³		0.0029	50.03	0.14
A. GRUESO (CONFITILLO)			M ³		0.0020	60.08	0.12
ASERRÍN CALCINADO			KG		1.306	2.17	2.84
METACAOLÍN			KG		0.151	4.52	0.68
							4.91
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	2.35	0.07
MEZCLADORA			H.M	0.5000	0.0250	28.00	0.70
MESA VIBRATORIA			HM	0.5000	0.0250	25.00	0.63
							1.40

Fuente: Desarrollo propio.

En la tabla N°42 explica el cálculo del análisis de precios unitarios del bloque de concreto patrón con 10% de metacaolín y 20% de aserrín calcinado, la dosificación para este bloque y en la mano de obra realizaban 160 bloques por jornada de trabajo, dando un valor de S/8.66 por cada bloque.

Aplicación estructural del bloque

Los bloques de concreto ligero con adición de metacaolín y aserrín calcinado, desarrollados en esta investigación, presentan características físico-mecánicas que los hacen especialmente adecuados para su uso en edificaciones de pocos pisos o en los últimos pisos de edificaciones de gran altura. Los resultados obtenidos muestran una reducción significativa en la resistencia a la compresión en comparación con los bloques de concreto convencionales. Específicamente, la resistencia a la compresión de la muestra patrón de 83.97 kg/cm² disminuyó a 64.37 kg/cm² al incorporar un 10% de metacaolín y un 10% de aserrín calcinado. Esta disminución, aunque considerable, se encuentra dentro de los márgenes aceptables para aplicaciones estructurales de baja carga, tales como muros portantes en edificaciones de baja altura y elementos no sometidos a cargas excesivas en los últimos pisos de edificios altos.

Además, la reducción en la densidad de los bloques, de 2286.41 Kg/m³ en la muestra patrón a 2098.73 Kg/m³ en los bloques con 20% de aserrín calcinado, contribuye a disminuir el peso propio de las estructuras, lo cual es beneficioso en aplicaciones donde se busca reducir la carga total sobre la cimentación y otros elementos estructurales. La absorción de agua, que aumentó del 8.51% al 10.36% con las mismas proporciones de aditivos, también se considera dentro de los límites manejables mediante adecuados procesos de curado y protección superficial. Por tanto, estos bloques son recomendables para ser aprovechados en la edificación de viviendas de uno o dos pisos y en los niveles superiores de edificaciones más altas, donde la carga a soportar es menor, aprovechando así su ligereza sin comprometer significativamente la integridad estructural.

Discusión

Se procederá a una discusión detallada de estos hallazgos en el contexto de los antecedentes y estudios previos presentados en la investigación. Este análisis comparativo permitirá establecer cómo los nuevos datos corroboran, contradicen o expanden el conocimiento existente, facilitando así una comprensión más profunda y matizada del fenómeno estudiado.

OE1: Estableciendo las características químicas y físicas del aserrín calcinado que se adicionará en la mezcla. En los resultados obtenidos, según la tabla N° 10 se encontró que el aserrín calcinado presentó 2.74 en módulo de fineza, cumpliendo con los requisitos normativos necesarios para su aplicación en el proyecto estipulados en la NTP 400.037 [34], lo que respalda su idoneidad. Además, según la tabla N° 11 la densidad específica del aserrín calcinado se cifró en 2.13 gr/ml, mientras que el análisis químico calcinando al aserrín a 800°C según la tabla N° 13 reveló una composición predominante de sílice, junto con menores cantidades de otros elementos como potasio, hierro, fósforo, magnesio, cobre, zinc y azufre. Por otro lado, en la investigación realizada por Ydrogo [23], se reportó 2.70 de peso específico relativo y 2.16 gr/cm³ de densidad. La calcinación del aserrín a 750°C reveló una composición química con un 44.96% de sílice, 1.29% de aluminio, 8.52% de hierro y 13.30% de magnesio. Estas diferencias en composición y densidad podrían influir en la aplicación del material en mezclas de concreto, sugiriendo variaciones en la resistencia y durabilidad del producto final. Desde un sustento teórico, la granulometría y la estructura química son cruciales en la evaluación de materiales para la construcción, ya que afectan la trabajabilidad y las propiedades mecánicas del concreto. La alta concentración de sílice en el aserrín calcinado de mi estudio podría optimizar la

resistencia a fuerzas de compresión, debido a la reacción puzolánica que incrementa la formación de silicato de calcio hidratado, lo cual es esencial para la integridad estructural. La presencia de elementos como el hierro y magnesio en la tesis comparada también puede influir en la reactividad del material, modificando las propiedades físicas del concreto.

OE2: Estableciendo las características químicas y físicas del metacaolín que se adicionará en la mezcla. Durante el análisis, se utilizó la norma NTP 339.131 para evaluar el peso específico del metacaolín calcinado, obteniendo según la tabla N° 12 un valor de 2.56 gr/ml. La termogravimetría según la tabla N° 14 reveló la descomposición térmica del material, con dos fases de pérdida de masa significativa: la primera entre 270 y 450°C y la segunda entre 550 y 700°C, con una reducción total del 0.33% del volumen original al alcanzar la temperatura máxima. El análisis químico mostró una predominancia de SiO₂ al 56.83% , con trazas trióxido de hierro, fósforo, magnesio, manganeso, cobre, zinc y azufre. En la investigación de Rodríguez & Vásquez [14], se reporta que el pH del metacaolín fue de 4.43. La estructura química definida por espectrometría de fluorescencia de rayos X indicó un 2.54% de CaO, 0.77% Fe₂O₃, 23.50% Al₂O₃, 57.50% SiO₂, y 15.69% de otros elementos livianos que se pierden al calcar la arcilla. La evaluación de las características químicas y físicas del metacaolín es crucial para comprender su comportamiento en mezclas de concreto. La alta proporción de SiO₂ y Al₂O₃ en ambas tesis sugiere una buena reactividad puzolánica, esencial para la formación de silicato de calcio hidratado, que mejora la resistencia y durabilidad del concreto (Mehta & Monteiro, 2014). Las diferencias en la presencia de Fe₂O₃ y CaO pueden influir en las propiedades de durabilidad y mecánicas del concreto final.

OE3: Al establecer la dosificación óptima para la fabricación de bloques de concreto, estableciendo una muestra base y con metacaolín en reemplazo parcial del cemento y aserrín calcinado en sustitución parcial del agregado fino, para lograr el f'c requerido según la RNE E.070. Los resultados alcanzados revelaron que la proporción más adecuada para alcanzar la resistencia f'c = 50 kg/cm² es de 1:5.04:2.99 en peso. Para la muestra patrón con 10% de metacaolín y 10%, 15%, y 20% de aserrín, las dosificaciones fueron 1:4.60:3.03, 1:4.35:3.03, y 1:4.09:3.03, respectivamente.

En comparación, con Chavez & Laban [10] se logró un f'c de 130 kg/cm² con adiciones de 5%, 10%, y 15% de aserrín, sin el uso de metacaolín. Las dosificaciones para 5%, 10%, y 15% de aserrín fueron 8.595 kg de cemento, 3.406 Lt de agua, 15.211 kg de arena y 1.361 kg de

aserrín; 8.165 kg de cemento, 3.410 Lt de agua, 15.600 kg de arena y 2.717 kg de aserrín; y 8.165 kg de cemento, 3.410 Lt de agua, 15.600 kg de arena y 4.076 kg de aserrín, respectivamente. La arena utilizada procedía de la cantera de Santa Cruz y el aserrín de la maderera María Isabel. Ambos estudios cumplieron con los requisitos de la RNE E.070 para muros portantes, aunque con diferentes enfoques y materiales. La presente investigación se centró en la anexión de metacaolín y aserrín calcinado para optimizar la dosificación y mejorar la sostenibilidad del material, mientras que la otra tesis se enfocó en variar el porcentaje de aserrín para aumentar la resistencia. La comparación resalta la viabilidad de distintos métodos para cumplir con las normativas, subrayando la importancia de la innovación en la mezcla de materiales para lograr mejoras tanto en resistencia como en sostenibilidad.

OE4: Al establecer, a través de pruebas que se ajustan a los estándares NTP 399.604 y NTP 399.613, las características físico-mecánicas que surgen con la incorporación de metacaolín y aserrín calcinado en los bloques de concreto ligero destinados a servir como componentes estructurales en muros portantes, conforme a las especificaciones delineadas en el RNE E.070.

Los frutos obtenidos y detallados en las tablas N°23, 24 y 25 mostraron que la resistencia a la compresión de los bloques de concreto decrece con el incremento de la proporción de aserrín calcinado. A los 7 días, la muestra base alcanzó un $f'c$ de 57.99 kg/cm², mientras que la muestra con 10% de metacaolín y 20% de aserrín calcinado alcanzó solo 21.21 kg/cm². Esta tendencia se mantuvo a los 14 y 28 días, donde las resistencias disminuyeron progresivamente con el incremento del aserrín calcinado. La absorción de agua detallado en la tabla N° 26 demuestra que también aumentó con mayores proporciones de aserrín calcinado, siendo 8.51% para la muestra base y 14.53% para la muestra con 20% de aserrín. En cuanto a la variación dimensional en la tabla N° 27 y el alabeo en la tabla N° 28, 29, 30 y 31, las muestras con mayor contenido de aserrín presentaron valores superiores, especialmente en el alabeo, donde la muestra con 20% de aserrín mostró un valor promedio mayor de 2.90 mm comparado con los 2.00 mm de la muestra patrón. Según la tabla N°32 la densidad de los bloques de concreto disminuyó con el aumento del aserrín calcinado, alcanzando 1898.20 Kg/m³ para la dosificación de 20% de aserrín frente a los 2286.41 Kg/m³ de la muestra patrón.

Comparando estos resultados con los conseguidos en la tesis de Chavez & Laban[10], se observan diferencias y similitudes significativas. En la tesis discutida, los bloques con 5% de aserrín lograron una densidad promedio de 1835.65 Kg/m³, cumpliendo con los parámetros del

ACI 213 r-14 para concreto ligero. Sin embargo, con 10% y 15% de aserrín, las densidades de 2042.55 Kg/m³ y 2101.66 Kg/m³, respectivamente, no cumplieron con estos parámetros. En términos de variación dimensional, los resultados de la otra tesis mostraron que todas las muestras con diferentes porcentajes de aserrín cumplieron con la NTP 399.601, similar a nuestros hallazgos donde las variaciones se mantuvieron dentro de los límites aceptables. Respecto al alabeo, ambas investigaciones encontraron que los valores obtenidos estaban dentro de los parámetros establecidos por el RNE E.070. En cuanto a la absorción de agua, la otra tesis reportó valores más bajos, con un 5.33% para bloques con 5% de aserrín y hasta un 6.91% con 15% de aserrín, todos dentro de los límites de la NTP 399.601, contrastando con los mayores valores obtenidos en este estudio. En resistencia a la compresión, la otra tesis reportó valores mayores en todas las etapas, logrando 131 kg/cm² a los 28 días con 5% de aserrín, mientras que, en este estudio, la resistencia máxima alcanzada fue de 83.97 kg/cm² para la muestra base.

Estos resultados se pueden atribuir a las propiedades inherentes de los materiales aprovechados. La adición de aserrín calcinado, aunque mejora la ligereza del concreto, introduce porosidad y reduce la densidad, lo cual afecta negativamente la resistencia a la compresión. Además, el incremento en la absorción de agua con mayor contenido de aserrín calcinado es coherente con la mayor porosidad del material, que facilita la entrada de agua. Las variaciones dimensionales y el alabeo también pueden estar relacionados con la menor cohesión interna del material modificado, debido a la incorporación de partículas de aserrín calcinado que no contribuyen a la resistencia mecánica como lo hacen los agregados tradicionales. Finalmente, la diferencia en densidad confirma que el aserrín calcinado reduce significativamente el peso del concreto, haciendo que los bloques sean más ligeros, pero menos resistentes, cumpliendo parcialmente con los requisitos de concreto ligero según las normas, dependiendo de la cantidad de aserrín utilizado.

OE5: El propósito concreto de esta investigación radicó en la evaluación de la compresión diagonal de muros y la compresión axial de pilares, conforme a los procedimientos definidos por las normativas NTP 399.621 y NTP 399.605, respectivamente, los cuales están contemplados en el RNE E.070. Los hallazgos de este estudio revelaron que los bloques de concreto sin la incorporación de aditivos exhibieron la máxima resistencia a la compresión axial, alcanzando un valor de 101.56 kg/cm². Sin embargo, la adición de 10% de metacaolín y 10%, 15%, y 20% de aserrín calcinado reduce esta resistencia a 80.92 kg/cm², 64.55 kg/cm² y 52.45 kg/cm² respectivamente. Similarmente, la resistencia a la compresión diagonal disminuye

de 9.52 kg/cm² en bloques patrón a 8.90 kg/cm², 8.12 kg/cm² y 7.84 kg/cm² con las mismas adiciones. Esto sugiere que, mientras el metacaolín puede ofrecer beneficios, el aumento del contenido de aserrín calcinado introduce porosidad y debilita el material, afectando negativamente su capacidad de compresión axial y diagonal.

En comparación, los resultados de la otra tesis indican que para bloques con f'c de 100 kg/cm², la resistencia a la compresión de pilas fue de 78.2 kg/cm² para el bloque estándar, incrementándose a 83.2 kg/cm² y 93.2 kg/cm² con la adición de 5% y 10% de aserrín respectivamente. Para la compresión diagonal en muretes, los valores fueron de 10.2 kg/cm² para el bloque estándar, y aumentaron a 10.98 kg/cm² y 11.95 kg/cm² con las mismas adiciones. A diferencia de los bloques de menor resistencia (50 kg/cm²), los bloques de mayor resistencia (100 kg/cm²) parecen beneficiarse de la adición de aserrín, mejorando tanto la resistencia a la compresión axial como a la diagonal.

Teóricamente, estos resultados pueden explicarse por las diferencias en la proporción de aditivos y la calidad base del concreto. En bloques de menor resistencia, la introducción de aserrín calcinado incrementa la porosidad, lo que debilita la matriz del concreto, mientras que, en bloques de mayor resistencia, el concreto más denso puede compensar parcialmente la pérdida de integridad estructural causada por los aditivos, resultando en mejoras en algunos casos. El metacaolín, conocido por su capacidad para mejorar la matriz del concreto mediante la reducción de la porosidad y el aumento de la cohesión interna, no logra contrarrestar completamente los efectos adversos del aserrín calcinado en proporciones altas, resaltando la importancia de un balance adecuado en la mezcla de aditivos para optimizar las propiedades físico-mecánicas del concreto.

OE6: El propósito particular de esta investigación consistió en examinar los resultados obtenidos con el concreto estándar y establecer las proporciones óptimas para la mezcla de metacaolín y aserrín calcinado. Los datos recogidos indican que, en lo referente a la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, las muestras que incorporan metacaolín y aserrín calcinado presentan una reducción progresiva en su resistencia con el transcurso del tiempo, en comparación con la muestra estándar. Específicamente, las muestras con 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado, 10% de metacaolín y 15% de aserrín calcinado, y 10% de metacaolín y 20% de aserrín calcinado exhibieron reducciones significativas en la resistencia a los 7, 14 y 28 días en comparación con la muestra patrón.

La comparación entre las diferentes proporciones de aditivos indica que la muestra con 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado tiene una resistencia a la compresión ligeramente mayor en comparación con las otras dos muestras adicionadas. Sin embargo, este aumento en la resistencia es acompañado por una absorción de agua promedio más alta y una variación dimensional más pronunciada en comparación con las otras muestras adicionadas. Por otro lado, la muestra con 10% de metacaolín y 15% de aserrín calcinado muestra una resistencia a la compresión ligeramente más baja, pero con una absorción de agua y una variación dimensional más controladas en comparación con las otras dos muestras. Finalmente, la muestra con 10% de metacaolín y 20% de aserrín calcinado muestra la menor resistencia a la compresión, junto con la mayor absorción de agua y variación dimensional.

Estos resultados pueden ser atribuidos a la interacción compleja entre el metacaolín y el aserrín calcinado en la matriz de concreto. Mientras que el metacaolín puede mejorar algunas propiedades físico-mecánicas del concreto, como la resistencia a la compresión, el aserrín calcinado introduce porosidad y afecta negativamente la densidad y la integridad de la matriz. En este sentido, la dosificación con 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado parece ofrecer un equilibrio entre la mejora de la resistencia y la mitigación de los efectos adversos sobre otras propiedades, lo que la convierte en la opción más viable para lograr un rendimiento óptimo en la mezcla de concreto.

OE7: El objetivo específico de este estudio fue realizar una comparación económica de los costos directos de los materiales necesarios para la producción de bloques de concreto ligero utilizando metacaolín y aserrín calcinado, en relación con las unidades de albañilería de concreto tradicional.

Los resultados obtenidos muestran que el precio por kilogramo de los materiales base y procesados varía significativamente. El aserrín tiene un costo inicial de S/ 0.73 por kilogramo, mientras que el caolín cuesta S/ 3.50 por kilogramo. Al procesar el aserrín en un horno artesanal, su costo se incrementa a S/ 2.17 por kilogramo de aserrín calcinado. Similarmente, el procesamiento del caolín para convertirlo en metacaolín cuesta S/ 4.52 por kilogramo. Estos costos adicionales de procesamiento afectan el costo total de producción de los bloques.

El escrutinio detallado de los precios unitarios pone de manifiesto que el bloque de concreto estándar, sin aditivos, cuesta S/ 5.30 por unidad. Al incorporar 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado, el costo por bloque aumenta a S/ 7.26. Con una adición de 15% de aserrín calcinado, el costo sube a S/ 7.96 por bloque, y con una adición de 20%, el costo alcanza S/ 8.66 por bloque. Estos incrementos reflejan tanto el costo de los materiales adicionales como el procesamiento necesario para integrar estos aditivos en la mezcla de concreto.

La inclusión de metacaolín y aserrín calcinado en la producción de bloques de concreto puede mejorar ciertas propiedades del material, como la ligereza y la porosidad, sin embargo, estos beneficios deben sopesarse contra los costos adicionales asociados con la obtención y procesamiento de estos aditivos. Sin embargo, el proceso de calcinación y la mezcla precisa de estos materiales requieren tiempo y recursos adicionales, incrementando el costo total de producción. Los bloques con 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado representan una opción viable desde el punto de vista económico y funcional, ya que mantienen un balance razonable entre el costo adicional y las mejoras en ligereza y propiedades estructurales.

Conclusiones

En conclusión, las características físicas y químicas del aserrín calcinado evaluadas en este estudio demuestran su idoneidad como aditivo en la mezcla de concreto para bloques. La granulometría del aserrín calcinado, con un módulo de fineza de 2.74, cumple con los requisitos establecidos en la norma técnica (NTP 400.012), asegurando su aptitud para garantizar la integridad estructural y las propiedades mecánicas requeridas. Asimismo, el peso específico de 2.13 gr/ml evidencia una densidad adecuada del aserrín calcinado que favorece una distribución homogénea en la mezcla. Estos resultados avalan la utilización del aserrín calcinado como un componente en la mezcla para bloques de concreto ligero para muros portantes.

Las características físicas y químicas del metacaolín analizadas en esta investigación respaldan su idoneidad como aditivo en la mezcla de concreto para bloques. De acuerdo con la normativa NTP 339.131, se determinó un peso específico de 2.56 gr/ml, lo que garantiza una densidad adecuada para su incorporación homogénea en el concreto. Este atributo resulta esencial para asegurar la correcta distribución del metacaolín en la mezcla, contribuyendo a la consistencia, uniformidad y desempeño óptimo del material final.

Se determinó la dosificación óptima para la fabricación de los bloques de concreto patrón con una resistencia teórica de 120 kg/cm^2 , utilizando una dosificación de 1:5,04:2,99 y 37.3 lts/bls. El resultado final de diseño implica 224.83 Kg/m^3 de cemento, 197.12 l de agua, 1132.95 Kg/m^3 de agregado fino y 671.57 Kg/m^3 de agregado grueso. Respecto al diseño de mezcla con adiciones de metacaolín y aserrín, se obtuvieron diferentes dosificaciones según las proporciones utilizadas. Para una combinación del 10% de metacaolín + 10% de aserrín, la dosificación en peso fue de 1:4.28:3.03, con un volumen de agua de 39.08 lts/bls, incorporando 0.37 de aserrín y 0.09 de metacaolín. Por otro lado, con un 10% de metacaolín + 15% de aserrín, la dosificación en peso resultó ser de 1:4.35:3.03, con 37.86 lts/bls y la adición de 0.65 de aserrín junto con 0.09 de metacaolín. Finalmente, para la combinación del 10% de metacaolín + 20% de aserrín, se estableció una dosificación en peso de 1:4.09:3.03, con 37.88 lts/bls, añadiendo 0.87 de aserrín y 0.09 de metacaolín. Estas variaciones reflejan la influencia de las proporciones de adiciones en la mezcla. Se precisa que también adicionalmente, se realizó un análisis de diseño de mezcla considerando la relación agua/cemento por criterios de durabilidad ambiental, en base a las recomendaciones del ACI. Si bien esta dosificación no fue aplicada en el presente estudio por no ser el caso de exposición extrema, su inclusión fortalece la propuesta experimental y permite una posible adaptación a otros contextos donde el concreto esté

expuesto a condiciones más agresivas. Esta previsión técnica refleja la viabilidad de extender la aplicación del bloque más allá del contexto evaluado, dando como resultado la siguiente dosificación 1:2.27:1.62 y 21.7 lts/bls.

Los ensayos realizados conforme a las normativas NTP 399.604 y NTP 399.613 han permitido determinar propiedades físico-mecánicas de los bloques de concreto ligero con adiciones de metacaolín y aserrín calcinado, cumpliendo con los requisitos establecidos en el RNE E.070 para muros portantes. Los resultados muestran que, aunque la resistencia a la compresión disminuye progresivamente con el aumento del porcentaje de aserrín calcinado, con valores de $f'c$ a los 28 días que varían desde 83.97 kg/cm² en la muestra patrón hasta 39.42 kg/cm² en la muestra con 10% de metacaolín y 20% de aserrín calcinado. En cuanto a la absorción de agua, esta aumenta de 8.51% en la muestra patrón a 14.53% en la mezcla con mayor adición de aserrín, mientras que la densidad promedio disminuye de 2286.41 kg/m³ en la muestra patrón a 1898.20 kg/m³ en las mezclas con 20% de aserrín calcinado, clasificándolas como concretos livianos. Además, las variaciones dimensionales y el alabeo permanecen dentro de rangos aceptables, aunque se observan ligeras diferencias en función de las proporciones de los materiales añadidos.

Los ensayos realizados conforme a las normativas NTP 399.605 y NTP 399.621 permitieron determinar la compresión axial de pilas y la compresión diagonal de muretes en bloques de concreto ligero, de acuerdo con los requisitos del RNE E.070 de albañilería. Los resultados evidencian que la incorporación de metacaolín y aserrín calcinado influye significativamente en las propiedades mecánicas del material. Sin embargo, la adición de un 10% de metacaolín y aserrín calcinado reduce las resistencias a 80.92 kg/cm² en compresión axial y 8.90 kg/cm² en compresión diagonal. Además, al aumentar la proporción de aserrín calcinado a 15% y 20%, las resistencias disminuyen aún más, alcanzando valores mínimos de 52.45 kg/cm² y 7.84 kg/cm², respectivamente. Esto demuestra que, aunque el metacaolín puede aportar beneficios iniciales, el incremento en la proporción de aserrín calcinado aumenta la porosidad, debilitando la capacidad de compresión del material.

El análisis de los resultados obtenidos en la investigación permite identificar que la combinación de 10% de metacaolín y 10% de aserrín calcinado representa la proporción ideal para la fabricación de bloques de concreto liviano. Esta dosificación logra un equilibrio óptimo entre la reducción del peso del material y el mantenimiento de su integridad estructural. A los

28 días, la resistencia a la compresión (f'_c) alcanzó 64.37 kg/cm^2 , superando significativamente a las dosificaciones con mayores porcentajes de aserrín calcinado (15% y 20%), que registraron resistencias de 51.88 kg/cm^2 y 39.42 kg/cm^2 , respectivamente. Además, la absorción de agua (10.36%) y las variaciones dimensionales, con un alabeo mínimo de 1.70 mm, permanecieron dentro de límites aceptables. Aunque la resistencia a la compresión es inferior a la muestra patrón sin aditivos, la mezcla seleccionada cumple con los requisitos del RNE E.070 para muros portantes, ofreciendo una solución eficiente que combina reducción de peso y desempeño mecánico adecuado.

La comparación económica de los costos directos de materiales entre bloques de concreto ligero con adiciones de metacaolín y aserrín calcinado y bloques de concreto tradicional revela un incremento significativo en los costos unitarios al incorporar estos aditivos. Mientras que el costo de un bloque patrón es de S/ 7.21, la inclusión de un 10% de metacaolín y un 10% de aserrín calcinado eleva el costo a S/ 8.96, representando un aumento del 24.2%. Además, incrementos en el contenido de aserrín calcinado al 15% y 20% resultan en costos de S/ 9.53 y S/ 10.11 por bloque, con incrementos del 32.2% y 40.2%, respectivamente. Este aumento se atribuye principalmente al precio elevado de los aditivos y al proceso de calcinación. Sin embargo, los beneficios en términos de reducción de peso y en propiedades podrían justificar este gasto adicional.

Recomendaciones

Para maximizar los beneficios y asegurar el éxito en la implementación del aserrín calcinado en la mezcla de concreto para bloques, se recomienda realizar una evaluación comparativa de las propiedades físicas y químicas del aserrín proveniente de diversos proveedores y de distintos tipos de madera. Esta evaluación permitirá seleccionar el aserrín con las mejores características en términos de granulometría, densidad, estabilidad térmica y composición química, lo que optimizará el rendimiento del concreto.

Para optimizar el uso del metacaolín en la mezcla de concreto y asegurar la máxima eficiencia y calidad del producto final, se recomienda establecer un programa regular de análisis termogravimétricos para confirmar la estabilidad térmica del metacaolín en cada lote de producción, asegurando que las fases de descomposición térmica se mantengan dentro de los rangos identificados, evitando variaciones que puedan afectar la calidad del concreto.

Se sugiere continuar investigando diferentes combinaciones de dosificación para optimizar costos y propiedades mecánicas, enfocándose en las proporciones que logren un equilibrio entre resistencia, peso y viabilidad económica. Es recomendable implementar pruebas piloto antes de la producción masiva para minimizar desperdicios. Se recomienda que en futuras investigaciones se elabore y ensaye una muestra utilizando la dosificación propuesta con relación agua/cemento de 0.50 por durabilidad, para así determinar el comportamiento del bloque frente a ciclos de congelamiento, humedad constante o presencia de sulfatos. Esto permitirá ampliar el rango de aplicación del producto a climas más agresivos y fortalecer su uso en diferentes zonas geográficas del país. Asimismo, se sugiere que esta consideración forme parte del proceso estándar de diseño de mezcla en estudios similares, como buena práctica para el control de vida útil y mantenimiento estructural.

Para maximizar la eficacia en la utilización del metacaolín y el serrín calcinado en la producción de bloques de hormigón liviano destinados a la construcción de muros de carga, se recomienda en una futura investigación analizar otras propiedades de los bloques de concreto como módulo de elasticidad, durabilidad, resistencia a la abrasión y propiedades térmicas. También es recomendable considerar la inclusión de otros aditivos que puedan complementar los efectos del metacaolín y el aserrín calcinado, mejorando aún más las propiedades del concreto.

Se recomienda repetir los ensayos de compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes en diferentes condiciones de carga y ciclos de vida para validar el desempeño de los bloques a largo plazo. Asimismo, desarrollar un manual técnico con especificaciones claras sobre la correcta instalación y uso de estos bloques en obras de albañilería.

Se recomienda en futuras investigaciones explorar la variación de otros porcentajes cercanos al óptimo de metacaolín y aserrín calcinado, con el fin de identificar proporciones que puedan mejorar aún más las propiedades de los bloques de concreto, tales como su resistencia y durabilidad. Además, se sugiere realizar un análisis detallado de los efectos de diferentes combinaciones de aditivos en las propiedades mecánicas y físicas del concreto, considerando factores como la eficiencia en la reducción de peso y la mejora en la trabajabilidad de la mezcla. Este enfoque permitirá optimizar las proporciones de la mezcla, alcanzando un balance entre los costos y el rendimiento, y contribuirá a la innovación en el uso de materiales alternativos para la construcción.

En base a la comparación económica, se recomienda promover estrategias para reducir los costos asociados al metacaolín y al aserrín calcinado, como alianzas con proveedores o mejoras en los procesos de producción. Asimismo, realizar estudios de costo-beneficio que incluyan factores como la reducción de cargas muertas, mejoras en la aislación térmica y los posibles ahorros en costos de transporte y mano de obra debido al menor peso de los bloques. De este modo, se puede tomar una decisión informada que equilibre los costos adicionales con los beneficios técnicos y económicos a largo plazo.

Referencias

- [1] G. E. Valladares Briones, «Efecto de arcilla blanca (caolín) como reemplazo de agregado fino en el concreto hidráulico», UNIVERSIDAD DE PIURA, PIURA, 2021. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4715>
- [2] C. E. Apaza Palacios y C. E. Mallqui Ramirez, «Metacaolín como sustituto del cemento para reducir la permeabilidad del hormigón estructural», UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, LIMA, 2022. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6298>
- [3] M. I. Cabrera, «Utilización de los concretos de alta resistencia y concretos celulares en la industria de la construcción ecuatoriana, clasificados por sectores: vivienda, electricidad, gas/petróleo, salud y educación», *INGENIO*, vol. 1, n.º 1, Art. n.º 1, mar. 2018.
- [4] J. Pariona Cárdenas, «Propuesta de bloques de concreto con adición de aserrín para reducción de cargas en edificaciones - Abancay, Apurímac 2021», UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, LIMA, 2021. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65909>
- [5] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, «INEI - Perfil Sociodemográfico del Perú: Anexo Estadístico», INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, LIMA, RESULTADOS DEFINITIVOS TOMO I, 2018. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1136/index.htm
- [6] M. Á. Álvarez Fiestas y I. E. Meca Oviedo, «Diseño de unidades de albañilería de concreto liviano a base de poliestireno expandido, Piura- 2018», UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, PIURA, 2019. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31998>
- [7] W. J. Monje Paredes, «Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas del concreto ligero en tabiquería utilizando aditivo espumante y aserrín, Puno 2022», UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, CHIMBOTE, 2022. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96216>
- [8] E. OVIEDO, «Investigaciones en Ingeniería Civil - Página». Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://oviedos.tripod.com/iicnec.htm>
- [9] LEVA, *La Industria de la Madera en el Perú: Identificación de las barreras y oportunidades para el negocio interno de productos de madera responsables, provenientes de*

fuentes sustentables y legales en las MIPYMES de Perú. Rome, Italy: fao, 2018. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/documents/card/fr/c/i8335es/>

[10] J. S. Chavez Ancajima y W. H. Laban Julca, «Diseño de unidades de albañilería de concreto ligero a base de aserrín para uso en muros no portantes de una vivienda en el distrito de Piura. Piura. 2020», UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, PIURA, 2020. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66713>

[11] J. K. J. Lector Chang, «Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%», UNIVERSIDAD SAN PEDRO, CHIMBOTE, 2021. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20451>

[12] P. C. Cigüeñas Cabrera, «Determinación del comportamiento mecánico del concreto con adición de aserrín», UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, TRUJILLO, 2020. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/6644>

[13] C. P. Patiño Madueño y E. R. Venegas Alcarraz, «Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto elaborado con ceniza volante en porcentajes de 10%, 20% y 30% en sustitución parcial de cemento.», UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, CUSCO, 2017. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/985>

[14] L. E. R. Silva y D. J. Vázquez Pérez, «Propiedades físicas - mecánicas del concreto estructural con sustitución del cemento por metacaolín y ceniza volante, Nuevo Chimbote, 2019», UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA, NUEVO CHIMBOTE, 2021. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3906>

[15] A. Díaz Valdiviezo y J. F. Ramírez Carrión, «Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú - [Boletín B 19]», INSTITUCIÓN GEOLÓGICA Y MINERA AL SERVICIO DEL PAÍS, LIMA, 2009. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/224>

[16] E. J. Medina Cercado, «Evaluación de bloques de concreto adicionando poliestireno, Chota.», UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA, CHOTA, 2022. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/223>

- [17] R. K. Sharma, T. Gupta, y D. S. Chouhan, «POTENTIAL UTILIZATION OF GRANITE WASTE WITH METAKAOLIN IN SUSTAINABLE CONCRETE», *Proc. Int. Struct. Eng. Constr.*, vol. 6, n.º 1, p. 6, may 2019, doi: 10.14455/ISEC.res.2019.125.
- [18] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, «VARIACIÓN DE LOS INDICADORES DE PRECIOS DE LA ECONOMÍA ABRIL 2023», INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, LIMA, N°5-MAYO 2023, 2023.
- [19] J. Jin, S. Yuan, Z. Lv, y Q. Sun, «Development of Backfill Concrete Including Coal Gangue and Metakaolin and Prediction of Compressive Strength by Extreme Learning Machine», *Minerals*, vol. 12, n.º 3, Art. n.º 3, mar. 2022, doi: 10.3390/min12030330.
- [20] B. C. Olaiya, M. M. Lawan, y K. A. Olonade, «Utilization of sawdust composites in construction—a review», *SN Appl. Sci.*, vol. 5, n.º 5, p. 140, abr. 2023, doi: 10.1007/s42452-023-05361-4.
- [21] B. Saravanan, R. Divahar, S. P. Sangeetha, y M. Bhuvaneshwari, «Evaluation of the Energy Factor and Equivalent CO₂ Gas Emission by Utilization of Industrial By-products in Concrete for Environmental Protection», *Nat. Environ. Pollut. Technol.*, vol. 22, n.º 1, pp. 327-338, mar. 2023, doi: 10.46488/NEPT.2023.v22i01.033.
- [22] H. L. Huirma Barriales, «Elaboración de bloques de concreto con la adición de aserrín para el uso en edificaciones de albañilería confinada, Juliaca – Puno 2021», UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, LIMA, 2021. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58815>
- [23] C. R. Ydrogo Perez, «Elaboración de concreto incorporando puzolana de mazorca de maíz y aserrín calcinado como sustituto parcial del cemento», UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN, PIMENTEL, 2023. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10710>
- [24] SENCICO, *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E.070 ALBAÑILERÍA*, PRIMERA EDICIÓN DIGITAL. LIMA: SENCICO, 2020.
- [25] INACAL, «NTP 339.185 AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo», Lima, Perú, 3ª Edición, oct. 2021.
- [26] Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, «NTP 399.604:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto», LIMA, 2002.

- [27] indecopi, «NTP 399.605:2013 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de primas de albañilería», LIMA, SEGUNDA EDICIÓN, 2013.
- [28] INDECOPI, «NTP 399.621:2004 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión en muretes de albañilería», LIMA, 2004.
- [29] INACAL, «NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global».
- [30] «NTP 400.021. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso», LIMA, 2018.
- [31] «NTP 400.022. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino», LIMA, 2013.
- [32] «NTP 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de concreto. Requisitos», LIMA, 2006.
- [33] «NTP 400.017. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados», LIMA, 2011.
- [34] Dirección de Normalización - INACAL, «NTP- 400 037:2018 AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos», LIMA, 2018.
- [35] INDECOPI, «NTP. 399.602: 2002 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Bloques de concreto para uso estructural. Requisitos», LIMA, primera edición, 2002.
- [36] «NTP. 399.610. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada para morteros», 2003.
- [37] «NTP 334.051. CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado», LIMA, 2019.
- [38] Dirección de Normalización - INACAL, «NTP 339.088:2019 CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland. Requisitos», LIMA, 2019.
- [39] H. O. valerio Requiza, «Análisis de la granulometría y morfología del aserrín de la madera de cinco especies forestales de Pucallpa y sus posibilidades de uso en la fabricación de briquetas», Tesis de Pregrado, Pucallpa, Perú, 2021.
- [40] O. G. Tello Bazan y W. Prieto Marrero, «Influencia de la sustitución parcial del cemento por caolín en las propiedades del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ », UNIVERSIDAD SAN PEDRO, CHIMBOTE, 2021. Accedido: 20 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20478>

- [41] M. BORJA, *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PARA INGENIEROS*. CHICLAYO, 2016.
- [42] E. Rivva López, *Diseño de Mezclas*. 1992.
- [43] J. O. de López, J. Quintero, y I. Machado, «La ética en la investigación», *Telos*, vol. 9, n.º 2, pp. 345-357, 2007.
- [44] Unidad de Innovación y Desarrollo - CAPECO, «Boletín Técnico Edición Diciembre 2023», CAPECO, EDICIÓN DIGITAL DICIEMBRE 2023, dic. 2023.

Anexos

Anexo 1: Validación de Ensayos de Laboratorio



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° **LEM USAT 060-2024-I**

FECHA: **23 de Mayo 2024**

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Joseph Alexander Zafra Rivasplata

TITULO DE LA TESIS: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Análisis de espectrometría de fluorescencia de rayos X del aserrín calcinado y metacaolín
- Granulometría del aserrín calcinado
- Peso específico del aserrín calcinado y metacaolín
- Contenido de humedad del agregado fino y grueso
- Granulometría del agregado fino y grueso
- Peso específico y Absorción del agregado fino y grueso
- Peso unitario del agregado fino y grueso
- Tolerancia dimensional de los bloques de concreto
- Densidad de los bloques de concreto
- Alabeo de los bloques de concreto
- Absorción de los bloques de concreto
- Resistencia a la compresión de los bloques de concreto
- Compresión axial de prismas de albañilería
- Compresión diagonal en muretes de albañilería

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental


 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 2: Constancia de Ensayos de Laboratorio



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CONSTANCIA DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Yo, Hugo Enrique Santisteban Alejandro identificado con DNI N° 16493474, representante legal de GEOHESA E.I.R.L., por medio de la presente,

HAGO CONSTAR :

Que el Sr. Zafra Rivasplata Joseph Alexander, con DNI N° 70282807, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, ha realizado y concluido en el Laboratorio de Suelos, Concreto y Materiales, Arquitectura, Topografía y Servicios Generales GEOHESA , los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global del Aserrín calcinado.
- Peso específico del metacaolín.
- Peso específico del aserrín calcinado.
- Densidad de los bloques.
- Resistencia a la compresión de unidad de albañilería.
- Absorción de los bloques.
- Variación dimensional de los bloques.
- Alabeo de los bloques.
- Compresión de prismas de albañilería.
- Compresión diagonal en muretes de albañilería.

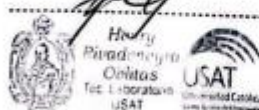


Con fines académicos correspondiente a la tesis de investigación titulada: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES", garantizando la verificación y conformidad de los resultados obtenidos.

Se expide este documento a solicitud del interesado para los fines que vea conveniente.



Chiclayo, 22 de Mayo del 2024



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa

Anexo 3 - Resultados del Análisis granulométrico

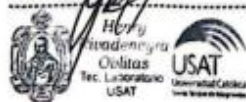
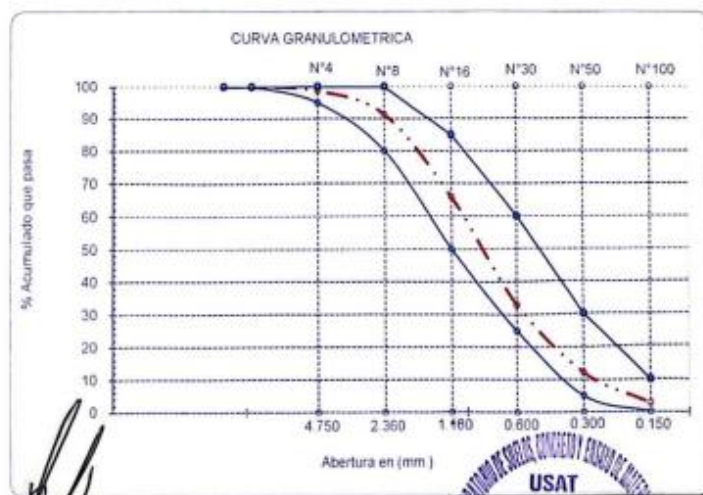


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesista : Zafra Rivasplata Joseph Alexander
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Septiembre del 2023
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo. **P. Inicial H** 803.5 **% de Humedad =** 1.07
P. Inicial S. 795.0

Malla Pulg.	(mm.)	Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
		Ret.	Ret.	Ret.			
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº 04	4.750	10.45	1.31	1.31	98.69	95	100
Nº 08	2.360	57.97	7.29	8.61	91.39	80	100
Nº 16	1.180	203.94	25.65	34.26	65.74	50	85
Nº 30	0.600	259.48	32.64	66.90	33.10	25	60
Nº 50	0.300	166.43	20.93	87.83	12.17	5	30
Nº 100	0.150	75.73	9.53	97.36	2.64	0	10
Fondo		21.00	2.64	100.00	0.00		
Módulo de Fineza				2.96			
Abertura de malla de referencia				9.50			



Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



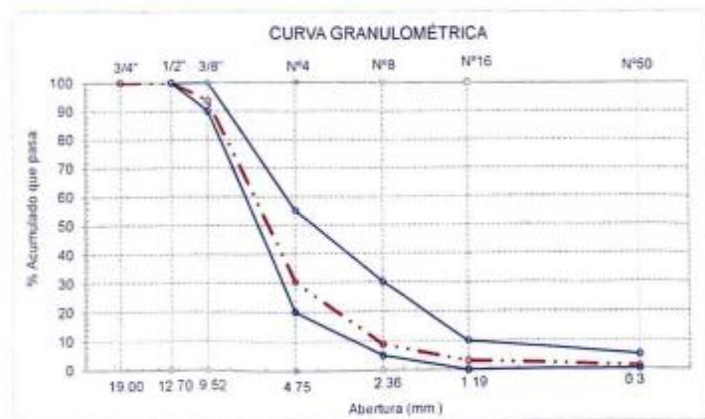
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERILES

Tesista : Zafra Rivasplata Joseph Alexander
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Septiembre del 2023

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Confisillo-Tres Tomas-Ferreñafe. **P. Inicial H.** 1619.30 g **% de Humedad =** 0.58
P. Inicial S. 1610.00 g

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	100.8	6.3	6.3	93.7	90.0	100.0
Nº4	4.75	1022.2	63.5	69.8	30.2	20.0	55.0
Nº8	2.36	345.2	21.4	91.2	8.8	5.0	30.0
Nº16	1.19	93.2	5.8	97.0	3.0	0.0	10.0
Nº50	0.30	33.6	2.1	99.1	0.9	0.0	5.0
Fondo		15.0	0.9	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1/2"	12.70			
Tamaño Máximo Nominal			3/8"	9.52			




 Henry Rivasplata
 Orlitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 4 - Granulometría del agregado fino



Fuente: Desarrollo propio.

Anexo 5 - Tamices para granulometría del agregado fino



Fuente: Desarrollo propio.

Anexo 6 - Tamices para granulometría del agregado grueso



Fuente: Desarrollo propio.

Anexo 7 - Cantidad de agregado para la granulometría del agregado grueso



Fuente: Desarrollo propio.

Anexo 8 - Resultado del Peso Específico y Absorción



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Zafra Rivasplata Joseph Alexander
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Septiembre del 2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agu	(g)	1002.27
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	701.59
3.- Peso del Agua	(g)	300.68
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	697.08
5.- Peso del Frasco	(g)	201.59
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	495.49
7.- Volumen del frasco	(g)	500.00

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.49
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.51
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.54
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.91

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

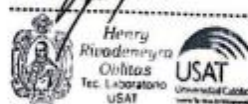
Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	2465.00
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	2500.00
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	2455.00
4.- Peso de la canastilla	(g)	880.00
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1575.00

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.66
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.70
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.77
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.42



Anexo 9 - Peso específico del agregado fino



Fuente: Desarrollo propio.

Anexo 10 - Peso específico del agregado grueso



Fuente: Desarrollo propio.

Anexo 11 - Resultado del Peso Unitario



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Zafra Rivasplata Joseph Alexander
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Septiembre del 2023

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18040	18000
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050	10050
3.- Peso del material		7990	7950
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00541	0.00541
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1476	1469
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)		1464.26

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18250	18230
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050	10050
3.- Peso del material		8200.0	8180.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00541	0.00541
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1515	1512
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)		1504.68


Henry Rivasplata
Ovillas
Tec. Laboratorio
USAT




Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Zafra Rivasplata Joseph Alexander
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Septiembre del 2023

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19040	18970
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050	10050
3.- Peso del material		8990	8920
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00541	0.00541
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1661	1648
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1637.22	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19560	19600
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050	10050
3.- Peso del material		9510	9550
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00541	0.00541
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1757	1765
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1742.35	


 Henry Andenayra Olifitos
 Tec. Laboratorio USAT



 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 12 - Peso Unitario del Agregado fino



Fuente: Desarrollo propio.

Anexo 13 - Peso Unitario del Agregado Grueso



Fuente: Desarrollo propio.

Anexo 14 - Resultados de los Contenidos de Humedad



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesista : Zafrá Rivasplata Joseph Alexander
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Septiembre del 2023

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A - Peso de muestra húmeda	(gr.)	565
B - Peso de muestra seca	(gr.)	559
C - Peso de recipiente	(gr.)	101.1
D - Contenido de humedad	(%)	1.07
E - Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.07

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos

A - Peso de muestra húmeda	(gr.)	1585
B - Peso de muestra seca	(gr.)	1575.8
C - Peso de recipiente	(gr.)	88.04
D - Contenido de humedad	(%)	0.58
E - Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.58


Henry Madroñera Obilinas
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 15 - Ensayo de granulometría al aserrín



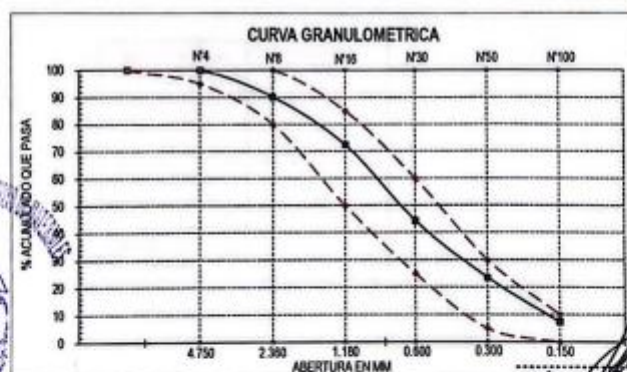
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL ASERRÍN CALCINADO**

PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES	MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
UBICACIÓN:	CHICLAYO - LAMBAYEQUE	ENSAYADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	JOSEPH ALEXANDER ZAFRA RIVASPLATA	NORMATIVA:	NTP. 400.012
ESTRUCTURA:	PREFABRICADOS	PROCEDENCIA:	ASERRADERO
FECHA ENSAYO:	viernes, 1 de Setiembre de 2023	COD. DE EXPEDIENTE:	005-2023/GEOHESA

Peso seco inicial de la muestra		284.45 gr.					
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Acumul. Retenido	% Acumul. Que Pasa	Especificaciones	
poig.	mm.					Mínimo	Máximo
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
Nº 04	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	95.00	100.00
Nº 08	2.36	27.97	9.83	9.83	90.17	80.00	100.00
Nº 16	1.18	50.14	17.63	27.46	72.54	50.00	85.00
Nº 30	0.60	80.18	28.19	55.65	44.35	25.00	60.00
Nº 50	0.30	59.43	20.89	76.54	23.46	5.00	30.00
Nº 100	0.15	45.73	16.08	92.62	7.38	0.00	10.00
Fondo		21.00	7.38	100.00	0.00		
Abertura de malla de referencia		4.75		Módulo de Fineza		2.62	



TECNICO DE LABORATORIO

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909



Jorge Luis Sanjsteban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo Nº1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 16 - Peso específico de la ceniza de aserrín



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
PESO ESPECIFICO DEL ASERRÍN CALCINADO			
TESES:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	JOSEPH ALEXANDER ZAFRA RIVASPLATA	ENSAYADO POR:	SOLICITANTE
ESTRUCTURA:	-	NORMATIVA:	NTP 339.131
FECHA ENSAYO:	lunes, 18 de Setiembre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0010-2023/GEOHESA

MUESTRA	CENIZA DE ASERRÍN
---------	-------------------

PROCEDENCIA	ASERRÍN
-------------	---------



PESO DEL FLAR (gr)	64
VOL. INICIAL DE KEROSENE (ml)	0
VOL. FINAL DESPLAZADO DE KEROSENE (ml)	30
DENSIDAD (FLAR) (gr/ml)	2.13



Orlando Aldo Vasquez Cerquera
ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 248908

Jorge Luis Sanjésleban Alejandro
GRUPO GEOHESA
Jorge Luis Sanjésleban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tabasasuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 1016493473
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa

Anexo 17 - Peso específico del metacaolín



CERTIFICADO DE ENSAYO:			
PEESO ESPECIFICO DEL METACAOLÍN			
TESIS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	JOSEPH ALEXANDER ZAFRA RIVASPLATA	ENSAYADO POR:	SOLICITANTE
ESTRUCTURA:	-	NORMATIVA:	NTP 339.131
FECHA ENSAYO:	lunes, 18 de Setiembre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0068-2023-GEOHESA

MUESTRA	METACAOLÍN	PROCEDENCIA	CAOLÍN
---------	------------	-------------	--------



PESO DEL PLAR (gr)	64
VOL. INICIAL DE KEROSENE (ml)	0
VOL. FINAL DESPLAZADO DE KEROSENE (ml)	25
DENSIDAD (PLAR) (gr/ml)	2.56



ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEZA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 248909

Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuasimayo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 18: Ensayo químico del aserrín

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C
ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC:2060355189

**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL
ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL**

SOLICITANTE	JOSEPH ALEXANDER ZAFRA RIVASPLATA
TESIS	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACALÍN Y ASERRÍN EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MÚROS PORTANTES
MUESTRA	CENIZA DE ASERRIN
FECHA	19 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. MUESTRA: Ceniza de aserrín (10. G)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	500 mg	

2. ENSAYOS A APLICAR:

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL AT
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO-TG

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG-DTA-DSC CAP: MAX 1600°C
SETSYS EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.



- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO-FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25-920°C.
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ANALISTA RESPONSABLE: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

TÉCNICO DE LABORATORIO

AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES – CARBON – CAL

CELULAR: 944 077 288 – 944 958 632 CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

Scanned with CamScanner

Fuente Laboratorio FQA PERÚ

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

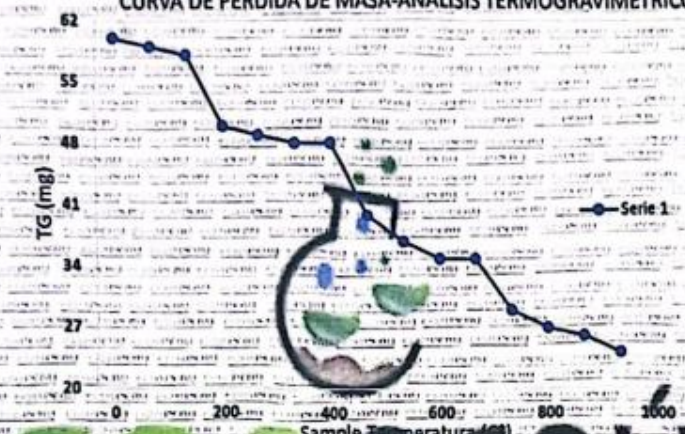
ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

4. RESULTADOS

c. CURVA TGA Y ATD

CURVA DE PÉRDIDA DE MASA-ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO



CONCLUSIONES

Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicado dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 250 y 350°C y la segunda menos intensa entre 700 y 800°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 14% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

[Signature]
 Henry Huadamba
 Orlitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



TRUJILLO, 19 DE SEPTIEMBRE DEL 20



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES -CARBON - CAL

TECNICOS DE LABORATORIO
 CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	JOSEPH ALEXANDER ZAFRA RIVASPLATA
TESIS	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES
MUESTRA	CENIZA DE ASERRÍN
FECHA	19 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca BRUKER, MODELO S2-PICOFOX

Fuente de rayos x: Tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA
CUANTIFICACIÓN: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l.



TÉCNICO DE LABORATORIO

2. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de CENIZA DE ASERRÍN, la cual fue tamizada previamente a malla #200.



3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES -CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (SI O2)	55.2	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	14.56	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe2 O3)	1.84	
OXIDO DE POTASIO (K2 O)	0.9	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	2.67	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P2O5)	0.64	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	2.91	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO 3)	0.04	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	<0.60	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	1.96	
PÉRDIDA POR QUEMADO	19.51	



5. CONCLUSION

Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente sílice (Si) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Potasio (K); hierro (Fe), fósforo (P); magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), Zinc (Zn) y azufre (S).

TRUJILLO, 19 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

Henry Obilinas
 Henry Obilinas
 Tec. Laboratorio
 USAT



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

Anexo 19: Ensayo químico del metacaolín

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC:2060355189

**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL
ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL**

SOLICITANTE	JOSEPH ALEXANDER ZAFRA RIVASPLATA
TESIS	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAO LÍN Y ASERRÍN EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES
MUESTRA	METACAO LÍN
FECHA	19 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. MUESTRA: Ceniza de aserrín (10. Gr)


Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	500 mg.	

2. ENSAYOS A APLICAR:

- ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL AT
- ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO-TG

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TÉRMICO SIMULTANEO TG, DTA, DSC CAP. MÁX 1600°C
SETSYS EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO-FLUJO: NITRÓGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25-920°C.
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG


JEFE DE LABORATORIO: **ING. CARLOS VALQUI MENDOZA**
ANALISTA RESPONSABLE: **ING. CARLOS VALQUI MENDOZA**

AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES -CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

4. RESULTADOS

c. CURVA TGA Y ATD

CURVA DE PÉRDIDA DE MASA-ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO



4. CONCLUSIONES

- Según el análisis Termo-gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicado dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 270 y 450°C y la segunda menos intensa entre 550 y 700°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 0.33% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.



TÉCNICO DE LABORATORIO

[Handwritten Signature]
 Director
 Obdulio
 Fes. Laboratorio
 USAT



TRUJILLO, 19 DE SEPTIEMBRE DEL 2021



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES – CARBON – CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	JOSEPH ALEXANDER ZAFRA RIVASPLATA
TESIS	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES
MUESTRA	METACAOLIN
FECHA	19 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: Tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACIÓN: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

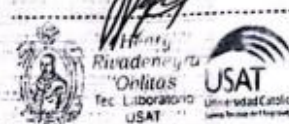
Se analizó 25 mg de la muestra de METACAOLÍN, la cual fue tamizada previamente a malla a 200.

3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



PERÚ

LABORATORIO



TÉCNICO DE LABORATORIO



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES – CARBON – CAL

CELULAR: 944 077 288 – 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

4. RESULTADOS


COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O ₂)	56.83	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	2.34	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	25.17	
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	0.67	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.09	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P ₂ O ₅)	0.25	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.61	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO ₃)	0.04	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	<0.01	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.03	
PÉRDIDA POR QUEMADO	13.81	

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente silice (Si) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Potasio (K); hierro (Fe), fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), Zinc (Zn) y azufre (S).



TRUJILLO, 19 DE SEPTIEMBRE DEL 2023


Henry Rivadeneira Onlitas
Tec. Laboratorio USAT



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES -CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

Anexo 20 – Diseños de Mezcla

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI-PATRÓN

Ensayo : Diseño de Mezcla de Concreto $f_c = 50 \text{ Kg/cm}^2$
Referencia : Método del Comité 211 del ACI
Testista : Zafra Rivaaplata Joseph Alexander
Testis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacastolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes

Resistencia del Diseño : $f_c = 50 \text{ kg/cm}^2$

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

FINO : Castera La Victoria-Pátapo.

	Grueso	Fino	
01.- Tamaño máximo nominal	3/8"	—	pasg.
02.- Peso Unitario suelto seco	1464	1637	kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1505	1742	kg/m ³
04.- Peso específico de masa seco	2665	2486	kg/m ³
05.- Contenido de humedad	0.58	1.07	%
06.- Contenido de absorción	1.42	0.91	%
11.- Módulo de finiza (dimensional)	—	2.96	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

12.- Resistencia especificada a los 28 días	f_c	120	kg/cm ²
13.- Contenido de aire atrapado		3	%
14.- Relación agua cemento	R ^{*/v}	0.860	
15.- Asentamiento		2	Pulg.
16.- Volumen unitario del agua	: Agua Potable de la Zona.	193.35	L/m ³
17.- Volumen del agregado grueso		0.444	m ³
18.- Peso específico del cemento	: Cemento Pacasmayo tipo M5	2950	kg/m ³
19.- Aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	0.0	%
20.- Densidad aparente del aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	1.000	kg/cm ³

III.) CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

a) Cemento	224.83	Kg/m ³	→	0.075	m ³
b) Agua	193.35	L/m ³	→	0.193	m ³
c) Aire	3.00	%	→	0.030	m ³
d) Arena	1120.92	Kg/m ³	→	0.451	m ³
e) Grava	667.67	L/m ³	→	0.251	m ³
	2210			1.000	m ³

IV.) CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

Corrección por humedad		Aporte de Agua		
a) A.Fino Húmedo	1133	Kg/m ³	→	1.8
b) A.Grueso Húmedo	672	Kg/m ³	→	-5.6
				-3.8

Henry Rivadeneira
Otilias
Tec. Laboratorio
USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

V.) AGUA EFECTIVA

Agua	193.35	Lt	
Aporte	-3.77	Lt	
A.E.	197.12	Lt	

VI.) RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a) Cemento	224.83	Kg/m ³	
b) Agua	197.12	Lt/m ³	
c) Arena	1132.95	Kg/m ³	
d) Grava	671.57	Kg/m ³	
	2226		

VII.) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	CEMENTO	A. FINO	A. GUESO	AGUA	
En Proporción en peso :	1.00	5.04	2.99	37.3	Lts/Bol
En Proporción en volumen :	1.00	4.62	3.06	37.3	Lts/Pic ³



 
H. Rivaldeyra
Ovitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo


USAT


TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI

Ensayo : Diseño de Mezcla de Concreto $f_c = 50 \text{ Kg/cm}^2$ + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado
Referencia : Método del Comité 211 del ACI
Tesis : Zafra Rivasplata Joseph Alexander
Test : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes

Resistencia del Diseño : $f_c =$ 50 kg/cm^2

I) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Confitillo-Tres Tomas-Ferrolafe.

FINO : Cantera La Victoria-Pitapo

	Grueso	Fino	
01.- Tamaño máximo nominal	3/8"	—	pulg.
02.- Peso Unitario suelto seco	1464	1637	kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1505	1742	kg/m ³
04.- Peso específico de masa seco	2665	2486	kg/m ³
05.- Contenido de humedad	0.58	1.07	%
06.- Contenido de absorción	1.42	0.91	%
11.- Módulo de finiza (adimensional)	—	2.963	

P.E. Metacaolín	2560	kg/m ³
P.E. Aserrín Calcinado	2130	kg/m ³

II) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

12.- Resistencia especificada a los 28 días	f_{cr}	120	kg/cm ²
13.- Contenido de aire atrapado		3	%
14.- Relación agua cemento	R^{**}	0.860	
15.- Asentamiento		2	Pulg.
16.- Volumen unitario del agua	: Agua Potable de la Zona.	193.35	L/m ³
17.- Volumen del agregado grueso		0.444	m ³
18.- Peso específico del cemento	: Cemento Pacasmayo tipo MS	2990	kg/m ³
19.- Aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	0.0	%
20.- Densidad aparente del aditivo	: EUCO DM-Impermeabilizante	1.000	kg/cm ³

III) CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

a) Cemento	202.34	Kg/m ³	→	0.068	m ³
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³	←	0.008	m ³
c) Agua	193.35	L/m ³	→	0.193	m ³
d) Aire	3.00	%	→	0.030	m ³
e) Arena	1008.83	Kg/m ³	←	0.406	m ³
f) Ceniza Aserrín	96.04	Kg/m ³	←	0.045	m ³
e) Grava	667.67	L/m ³	→	0.251	m ³
	2190			1.000	m ³

$R^{**}_{\text{mezcla}} = 0.956$


Henry Rivasplata
Ocultas
Tec. LABORATORIO
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

IV.) CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

Corrección por humedad			Aporte de Agua
a) A. Fino Húmedo	950	Kg/m ³	-7.00
b) A. Grueso Húmedo	672	Kg/m ³	-3.41
			-10.41

V.) AGUA EFECTIVA

Agua	193.35	Ll			
Aporte	-10.41	Ll			
A.E.	203.76	Ll			

VI.) RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a) Cemento	202.34	Kg/m ³			
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³			
c) Agua	203.76	Ll/m ³			
d) Arena	949.50	Kg/m ³			
f) Ceniza Aserrín	82.99	Kg/m ³			
e) Grava	671.57	Kg/m ³			
	2129.41				

VII.) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

En Proporción en peso :	CEMENTO	METACAOLÍN	A. FINO	C. ASERRÍN	A. GRUESO	AGUA	Ll/Bol
	1.00	0.09	4.28	0.37	3.03	39.08	



Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI

Ensayo : Diseño de Mezcla de Concreto $f_c = 50 \text{ Kg/cm}^2$ $\pm 10\%$ Metacaolín $\pm 15\%$ Aserrín Calcinado
 Referencia : Método del Comité 211 del ACI
 Testista : Zafra Rivasplata Joseph Alexander
 Tests : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes

Resistencia del Diseño : $f_c =$ 50 kg/cm^2

I) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Conchillo-Tres Tomas-Ferrotefe.

FINO : Cantera La Victoria-Pátapo.

	Grueso	Fino	
01 - Tamaño máximo nominal	3/8"	—	ulg.
02 - Peso Unitario suelto seco	1464	1637	kg/m ³
03 - Peso Unitario compactado seco	1505	1742	kg/m ³
04 - Peso específico de masa seco	2665	2486	kg/m ³
05 - Contenido de humedad	0.58	1.07	%
06 - Contenido de absorción	1.42	0.91	%
11 - Módulo de finiza (adimensional)	—	2.963	

P.E. Metacaolín	2560	kg/m ³
P.E. Aserrín Calcinado	2130	kg/m ³

II) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

12 - Resistencia especificada a los 28 días	f_{cr}	120	kg/cm ²
13 - Contenido de aire atrapado		3	%
14 - Relación agua cemento	R^{**}	0.860	
15 - Asentamiento		2	Pulg.
16 - Volumen unitario del agua : Agua Potable de la Zona.		193.35	L/m ³
17 - Volumen del agregado grueso		0.444	m ³
18 - Peso específico del cemento : Cemento Pacasmayo tipo M5		2990	kg/m ³
19 - Aditivo : EUCO DM-Impermeabilizante		0.0	%
20 - Densidad aparente del aditivo : EUCO DM-Impermeabilizante		1.000	kg/cm ³

III) CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

a) Cemento	202.34	Kg/m ³	→	0.068	m ³
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³	←	0.008	m ³
c) Agua	193.35	L/m ³	→	0.193	m ³
d) Aire	3.00	%	→	0.030	m ³
e) Arena	952.78	Kg/m ³	←	0.383	m ³
f) Ceniza Aserrín	144.07	Kg/m ³	←	0.068	m ³
e) Grava	667.67	L/m ³	→	0.251	m ³
	2182			1.000	m ³

$R^{**} \text{ masa} = 0.956$


 Henry Andueza
 Oculitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

IV.) CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

Corrección por humedad			Aporte de Agua
a) A. Fino Húmedo	963	Kg/m ³	1.57
b) A. Grueso Húmedo	672	Kg/m ³	-5.61
			-4.04

V.) AGUA EFECTIVA

Agua	193.35	Lt	
Aporte	-4.04	Lt	
A.E.	197.39	Lt	

VI.) RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a) Cemento	202.34	Kg/m ³
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³
c) Agua	197.39	Lt/m ³
e) Arena	963.01	Kg/m ³
f) Ceniza Aserrín	144.07	Kg/m ³
e) Grava	671.57	Kg/m ³
	2197.63	

VII.) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	CEMENTO	METACAOLÍN	A. FINO	C. ASERRÍN	A. GRUESO	AGUA	
En Proporción en peso :	1.00	0.09	4.35	0.65	3.03	37.86	Lts/Bol
En Proporción en volumen :	1.00		3.98		3.11	37.86	Lts/Pie ³


 Henry Erazo
 Ingeniero Civil
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo



Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI

Ensayo : Diseño de Mezcla de Concreto $f_c = 50 \text{ Kg/cm}^2$ $\pm 10\%$ Metacaolín $\pm 20\%$ Aserrín Calcinado
Referencia : Método del Comité 211 del ACI
Testista : Zaira Rivasplata Joseph Alexander
Tests : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas en la adición de metacaolín y aserrín calcinado en bloques de concreto ligero para muros portantes

Resistencia del Diseño : $f_c =$ 50 kg/cm^2

I) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Confitillo-Tres Tomas-Ferretafe.

FINO : Cartera La Victoria-Pitágo

	Grueso	Fino	
01.- Tamaño máximo nominal	3/8"	—	pu/g.
02.- Peso Unitario suelto seco	1464	1637	kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1505	1742	kg/m ³
04.- Peso específico de masa seco	2665	2486	kg/m ³
05.- Contenido de humedad	0.58	1.07	%
06.- Contenido de absorción	1.42	0.91	%
11.- Módulo de finiza (dimensional)	—	2.963	
P.E. Metacaolín			2560 kg/m ³
P.E. Aserrín Calcinado			2130 kg/m ³

II) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

12.- Resistencia especificada a los 28 días	f_{cr}	120	kg/cm ²
13.- Contenido de aire atrapado		3	%
14.- Relación agua cemento	R^{*a}	0.860	
15.- Asentamiento		2	Palg.
16.- Volumen unitario del agua	: Agua Potable de la Zona	193.35	L/m ³
17.- Volumen del agregado grueso		0.444	m ³
18.- Peso específico del cemento	: Cemento Pacasmayo tipo MS	2990	kg/m ³
19.- Aditivo	: EUCCO DM-Impermeabilizante	0.0	%
20.- Densidad aparente del aditivo	: EUCCO DM-Impermeabilizante	1.000	kg/cm ³

III) CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

a) Cemento	202.34	Kg/m ³	→	0.068	m ³
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³	←	0.008	m ³
c) Agua	193.35	L/m ³	→	0.193	m ³
d) Aire	3.00	%	→	0.030	m ³
e) Arena	896.74	Kg/m ³	←	0.361	m ³
f) Ceniza Aserrín	192.09	Kg/m ³	←	0.090	m ³
e) Grava	667.67	L/m ³	→	0.251	m ³
	2.00			1.000	m ³

$R^{*a} \text{ masa} = 0.956$

Henry Rivasplata Ovitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

IV.) CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

Corrección por humedad			Aporte de Agua
a) A. Fino Húmedo	906	Kg/m ³	1.48
b) A. Grueso Húmedo	672	Kg/m ³	-5.61
			-4.14

V.) AGUA EFECTIVA

Agua	193.35	Lt	
Aporte	-4.14	Lt	
A.E.	197.49	Lt	

VI.) RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a) Cemento	202.34	Kg/m ³	
b) Metacaolín	19.25	Kg/m ³	
c) Agua	197.49	Lt/m ³	
e) Arena	906.36	Kg/m ³	
f) Ceniza Aserrín	192.09	Kg/m ³	
e) Grava	671.57	Kg/m ³	
	2189.10		

VII.) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	CEMENTO	METACAOLÍN	A. FINO	C. ASERRÍN	A. GRUESO	AGUA	
En Proporción en peso :	1.00	0.09	4.09	0.87	3.03	37.88	Lts/Bol
En Proporción en volumen :	1.00		3.75		3.11	37.88	Lts/Pie ³



Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 21 - Resistencia a la Compresión de Bloques – 7 días



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA PATRON BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TIPO:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS EN LA ADICIÓN DE MITACACLEN Y ASERÉN CALZNADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVAS PLATA JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TITULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA Métodos de montaje y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NORMATIVA:	NTF 339-004 2002
FECHA ENSAYO:	Aviating, 8 de Octubre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	907-2023-GE/GEHSA

TESTIGO	DENOMINACION CODIFICACION	f _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHAS		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión f _c	
											(kg/cm ²)	(%)
M-01	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18861	40.10	15.10	605.51	35380	58.43	116.80%
M-02	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18692	39.95	15.20	607.24	35610	58.64	117.28%
M-03	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	08/10/2023	7	19078	40.05	15.20	608.76	36100	59.30	118.60%
M-04	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18935	40.25	15.15	609.79	36010	59.05	118.10%
M-05	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18544	40.15	15.15	608.27	35910	58.75	117.50%
M-06	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18770	40.25	15.25	613.81	34840	56.76	113.52%



Orlando Aldo Vasquez Cerquera
ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 REG. CIP. 246909

Jorge Luis Santisteban Alejandro
Jorge Luis Santisteban Alejandro
 LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
 DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
 Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
 CELULAR: 927569182
 CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA PATRON +10% METACAOLIN+10% ASERRIN CAL CINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TEMA:	EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN LA ADICION DE METACAOLIN Y ASERRIN CAL CINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACION:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	RAFA RIVAS PLATA JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TITULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NORMATIVA:	NTF 310-014 2002
FECHA ENSAYO:	Arequiva, 8 de Octubre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	107-2023-GEHESA

TESTIGO	DENOMINACION CODIFICACION	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHAS		E D A D (días)	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión f _c	
											(kg/cm ²)	(%)
M-01	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18510	40.30	15.10	608.53	25720	42.27	84.53%
M-02	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18410	40.10	15.10	605.51	23850	39.39	78.78%
M-03	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18530	40.05	15.30	612.77	22650	36.93	73.86%
M-04	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18640	40.15	15.15	608.27	25470	41.87	83.75%
M-05	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	19060	40.05	14.95	598.75	28170	47.85	94.10%
M-06	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18530	40.20	15.20	611.04	25930	42.44	84.87%



TÉCNICO DE LABORATORIO

ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEZA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 248909



Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.L.R.L.
DIRECCIÓN: Taluzantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 1016493473
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

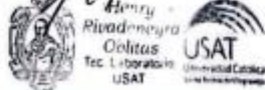
CERTIFICADO DE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA PATRON +10% METACAOLIN+15% ASERRIN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TEMA:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVAS PLATA JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Muestras de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NORMATIVA:	NTF 319.604 2002
FECHA ENSAYO:	domingo, 8 de Octubre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	907-2023-GEOHESA

TESTIGO	DENOMINACION CODIFICACION	F _x DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHURA (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión f _c	
											(kg/cm ²)	(%)
M-01	Patría + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18430	40.05	15.10	604.70	21249	35.12	70.24%
M-02	Patría + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18530	40.15	15.20	610.20	18330	30.84	60.07%
M-03	Patría + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18890	40.10	15.15	607.52	21330	35.11	70.22%
M-04	Patría + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18690	40.00	15.00	600.00	20750	34.58	69.17%
M-05	Patría + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18260	40.15	15.30	614.30	17980	29.27	58.54%
M-06	Patría + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18330	39.95	15.00	599.25	18410	30.72	61.44%



TÉCNICO DE LABORATORIO

ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909



Jorge Luis Sanjsteban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MUESTRA PATRON +10% METACAOLÍN+20% ASERRÍN CALCIDADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
FINES:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCIDADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ENFRA RIVAS PLATA JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NORMATIVA:	NTF 159.604 2002
FECHA ENSAYO:	Arequiva, 8 de Octubre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023-GEHESA

TESTIGO	DENOMINACIÓN/ CODIFICACION	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHAS		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (Mm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MUESTRA (kg)	Resistencia a la Compresión f _c	
											(%)	(%)
M-41	Patron + 10% Metacaolin + 20% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	17960	40.10	15.20	609.52	12500	20.51	41.02%
M-42	Patron + 10% Metacaolin + 20% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18080	40.20	15.05	605.01	12310	20.35	40.69%
M-43	Patron + 10% Metacaolin + 20% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	17980	40.15	15.05	604.26	12130	20.07	40.15%
M-44	Patron + 10% Metacaolin + 20% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	18080	39.95	15.00	599.25	11200	18.69	37.38%
M-45	Patron + 10% Metacaolin + 20% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	17870	40.10	15.30	613.55	13740	22.39	44.79%
M-46	Patron + 10% Metacaolin + 20% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	08/10/2023	7	17960	40.10	15.20	609.52	15400	25.27	50.53%



TÉCNICO DE LABORATORIO

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEIRA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 248909



INGENIERO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERO EN TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES
Jorge Luis Sarristeban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 22 - Resistencia a la Compresión de Bloques – 14 días



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA PATRON BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TEMAS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACOLIN Y ASERÉN CALZADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVAS PLATA JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NORMATIVA:	NTP 333.004.2002
FECHA ENSAYO:	Azuaque, 15 de Octubre de 2023	CÓDIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023-GEOHESA

TESTIGO	DENOMINACIÓN CODIFICACION	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHAS		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión F _c	
											(kg/cm ²)	(%)
M-01	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18680	40.10	15.00	601.50	47190	78.45	156.91%
M-02	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	15/10/2023	14	19250	40.05	15.25	610.70	43520	71.26	142.51%
M-03	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	15/10/2023	14	19210	40.20	15.05	605.01	46560	76.96	153.91%
M-04	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18900	40.15	14.95	600.24	45810	76.32	152.64%
M-05	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	15/10/2023	14	19100	40.00	14.95	598.00	46880	78.39	156.79%
M-06	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18770	40.05	15.15	606.70	43770	72.14	144.28%



TÉCNICO DE LABORATORIO

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEIRA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
GRUPO GEOHESA
Jorge Luis Sankisteban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA PATRON +10% METACAOLIN+10% ASERRIN CALCIDADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TEMA:	EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLIN Y ASERRIN CALCIDADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	SAPRA RIVASPLATA JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de ensayos y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NORMATIVA:	NTP 319.404 2002
FECHA ENSAYO:	Areques, 15 de Octubre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	907-2023 GEOHESA

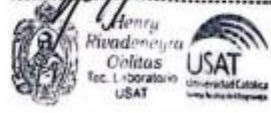
TESTIGO	DENOMINACION COMPOSICION	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHAS		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión f _c	
											(%)	(%)
M 41	Patron + 10% Metacaolin + 10% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18500	40.20	15.15	609.83	35020	57.50	115.00%
	Patron + 10% Metacaolin + 10% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18490	40.25	15.05	605.76	36270	59.87	119.75%
	Patron + 10% Metacaolin + 10% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18320	39.95	15.05	601.25	36760	61.14	122.28%
	Patron + 10% Metacaolin + 10% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18630	39.95	15.05	601.25	36620	60.91	121.81%
	Patron + 10% Metacaolin + 10% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	19050	40.10	15.05	603.51	35840	58.06	116.12%
	Patron + 10% Metacaolin + 10% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18520	40.10	14.95	599.50	36990	60.13	120.27%



TECNICO DE LABORATORIO

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEZA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERIA, TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES
GRUPO GEOHESA
Jorge Luis Sanhiteban Alejandro
LABORATORISTA



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA PATRON +10% METACAOLIN+15% ASERRIN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
FECHA:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLIN Y ASERRIN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA EVASPLATA JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NORMATIVA:	NTP 330.004 2002
FECHA ENSAYO:	domingo, 15 de Octubre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023-GEH0153A

TESTIGO	DENOMINACION CODIFICACION	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHAS		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión F _c	
											(kg/cm ²)	(%)
	Patría + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18420	40.30	15.15	610.35	29240	47.89	95.78%
	Opelón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18620	40.05	15.15	606.76	28280	46.61	93.22%
	Patría + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18880	40.05	14.95	598.75	26730	43.98	87.95%
	Patría + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18680	40.05	15.25	610.76	26620	43.58	87.17%
	Patría + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18250	40.25	15.20	611.80	28310	46.27	92.55%
	Patría + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18320	40.00	15.10	604.00	27770	45.98	91.95%

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 248909

Jorge Luis Soto
LABORATORISTA



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MUESTRA PATRON +10% METACAOLÍN+20% ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TEMAS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVAS PLATA ROSETH ALEXANDER	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NORMATIVA:	NTP 359.604 2002
FECHA ENSAYO:	Aviango, 15 de Octubre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	907-2023-GEHESA

TESTIGO	DENOMINACION/ CODIFICACION	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHAS		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión f _c	
											(kg/cm ²)	(%)
M-01	Patría + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	17950	40.10	15.20	609.52	20530	33.68	67.36%
M-02	Patría + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18070	40.15	15.05	604.26	21530	35.63	71.26%
M-03	Patría + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	17970	40.20	15.05	605.01	19420	32.10	64.20%
M-04	Patría + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	18070	40.30	15.05	606.52	20860	34.20	68.79%
M-05	Patría + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	17860	40.05	15.05	602.75	20190	33.50	66.99%
M-06	Patría + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	15/10/2023	14	17950	40.25	15.20	611.80	20600	33.67	67.34%



ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERIA, TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES
GRUPO GEOHESA
Jorge Luis Santis Teban Alejandro
LABORATORISTA



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 23 - Resistencia a la Compresión de Bloques – 28 días



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:												
RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA PATRON BLOQUES DE CONCRETO LIGERO												
TEMAS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA APLICACIÓN DE METACALÚN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES											
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE											
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVAS PLATA JOSEPH ALEXANDER						ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Muestras de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.						NORMATIVA:	NTP 319.604.2002				
FECHA ENSAYO:	Martes, 29 de Octubre de 2023						CÓDIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023-GEOHESA				
TESTIGO	DENOMINACION/ CODIFICACION	F _x DISEÑO (kg/cm ²)	FECHAS		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión f _c (%)	
M-01	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18700	40.30	15.10	608.53	48970	86.47	160.95%
M-02	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	29/10/2023	28	19270	40.20	15.30	615.06	48740	79.24	158.49%
M-03	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	29/10/2023	28	19230	40.05	15.10	604.76	53210	87.99	175.97%
M-04	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	29/10/2023	28	19210	40.10	15.25	611.53	51780	84.67	169.35%
M-05	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18790	39.95	15.30	611.24	52590	86.04	172.08%
M-06	MUESTRA PATRON	50	01/10/2023	29/10/2023	28	19260	40.30	15.00	604.50	51640	85.43	170.85%



ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909



Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.L.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA PATRON +10% METACAOLIN+10% ASERRIN CALCIDADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TEMA:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLIN Y ASERRIN CALCIDADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVASPLATA JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de ensayo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NORMATIVA:	NTF 330-604 2002
FECHA ENSAYO:	Domingo, 29 de Octubre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023-GEOHESA

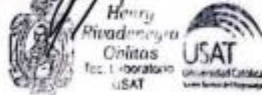
TESTIGO	DENOMINACION CODIFICACION	f _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA		E D A D (Años)	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO (kg)	LABRO (cm)	ANCHORO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresion f _c	
											(kg/cm ²)	(%)
M-01	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18520	40.30	15.00	604.50	37350	61.75	123.51%
M-02	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18420	40.10	15.15	607.52	40880	67.29	134.58%
M-03	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18540	40.00	15.00	600.00	41670	69.45	139.00%
M-04	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18650	40.15	15.25	612.29	37610	61.43	122.85%
M-05	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	19070	40.30	15.10	608.53	37680	61.92	123.84%
M-06	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18540	40.25	15.15	609.79	39270	64.40	128.80%



TÉCNICO DE LABORATORIO

ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEIRA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909

GRUPO GEOHESA
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA, INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA



GRUPO GEOHESA E.L.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA PATRON +10% METACAOLIN+15% ASERRIN CALCIDADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TIPO:	EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN LA ADICION DE METACAOLIN Y ASERRIN CALCIDADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACION:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVAS PLATA JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TITULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA Método de ensayo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.	NORMATIVA:	NTF 339.604.2002
FECHA ENSAYO:	domingo, 29 de Octubre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023-GEHESA

TESTIGO	DENOMINACION CODIFICACION	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHAS		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION			PESO (kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	Resistencia a la Compresión f _c	
											(kg/cm ²)	(%)
M-01	Patron + 10% Metacaolin + 15% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18440	40.30	14.95	602.49	31460	52.22	104.43%
M-02	Patron + 10% Metacaolin + 15% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18640	40.25	13.25	613.81	30540	49.75	99.51%
M-03	Patron + 10% Metacaolin + 15% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18900	40.20	15.00	603.00	32540	53.96	107.93%
M-04	Patron + 10% Metacaolin + 15% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18700	40.00	13.25	619.00	31580	51.77	103.54%
M-05	Patron + 10% Metacaolin + 15% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18270	40.20	15.00	603.00	31220	51.79	103.58%
M-06	Patron + 10% Metacaolin + 15% Aserrin Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18340	40.20	15.05	605.01	31330	51.78	103.57%



TÉCNICO DE LABORATORIO

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909



Georgy
Rivadeneira
Córdova
Téc. Topografía
USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
USAT
Georgy Rivas Plata
Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.L.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA PATRON +10% METACAOLIN+20% ASERRIN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TIPO:	EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN LA ADICION DE METACAOLIN Y ASERRIN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACION:	CHILAYO - CHILAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVAS PLATA JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION
TITULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de ensayo y ensayo de unidades de albañileria de concreto	NORMATIVA:	NTP 139.604.2002
FECHA ENSAYO:	Arequiva, 29 de Octubre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023/GEOHESA

TESTIGO	DENOMINACION/ CODIFICACION	F _c DISEÑO	FECHAS		E D A D	DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE ENSAYO	
			ELABORACION	ENSAYO		PESO	LARGO	ANCHO	AREA	CARGA MUESTRA	Resistencia a la Compresión F _c	
											(kgm)	(kgm ²)
M-01	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	17970	40.05	15.05	602.75	24480	40.61	81.23%
M-02	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18090	39.95	15.05	601.25	22970	38.20	76.41%
M-03	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	17990	40.00	14.95	598.00	24400	40.90	81.81%
M-04	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	18090	40.25	15.05	605.70	23840	39.36	78.70%
M-05	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	17880	40.00	15.05	602.00	23040	38.27	75.54%
M-06	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	50	01/10/2023	29/10/2023	28	17970	40.05	15.15	606.70	23770	39.18	78.35%

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 REG. CIP. 246909

Jorge Luis Santisteban Alejandro
 LABORATORISTA

SERVICIO DE LABORATORIO

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
 DIRECCIÓN: Tabuaintsuyo N°1570
 Distrito de Chilayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
 CELULAR: 927569182
 CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 24 - Densidad de los Bloques



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO: DENSIDAD MUESTRA PATRON			
TIPO:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACÁRLEN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUELOS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHILAYO - CHILAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	DENSIDAD
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NORMATIVA:	NTP 339.604: 2002
FECHA ENSAYO:	miércoles, 1 de Noviembre de 2023	CODIGO DE REFERENCIA:	007-2023-GEOHESA

MUESTRA	DENOMINACION/ CODIFICACION	E D A D	DATOS DE LA MUESTRA			DENSIDAD INDIVIDUAL L	ABSORCIÓN PROMEDIO J (UNIDADES (%))	VERIFICACIÓN SEGÚN N.T.P 339.604
			MASA SATURADA	MASA SUMERGIDA	MASA SECA AL HORNO			
			(kg)	(kg)	(kg)			
M-41	MUESTRA PATRON	31	18.69	11.21	17.30	2302.85	2286.41	
M-42	MUESTRA PATRON	31	19.26	11.52	17.31	2288.11		
M-43	MUESTRA PATRON	31	19.22	11.48	17.33	2290.70		
M-44	MUESTRA PATRON	31	18.99	11.37	17.57	2305.77		
M-45	MUESTRA PATRON	31	19.2	11.48	17.52	2269.43		
M-46	MUESTRA PATRON	31	18.78	11.07	17.36	2251.62		

Orlando Aldo Vasquez Cerquera
ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 REG. CIP. 248909

Jose Luis Santisaban Alejandro
Jose Luis Santisaban Alejandro
 LABORATORISTA

Henry Rivasplata Cobitis
Henry Rivasplata Cobitis
 Tec. 1 - Boralobio
 USAT



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
 DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
 Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
 CELULAR: 927569182
 CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
DENSIDAD MUESTRA PATRON +10% METACAOLÍN +10% ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TIPO:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVAS PLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	DENSIDAD
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NORMA N.T.P.	NTP 339.604: 2002
FECHA ENSAYO:	miércoles, 1 de Noviembre de 2023	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN:	067-2023-GEOHESA

MUESTRA	DENOMINACIÓN CODIFICACIÓN	E D A D	DATOS DE LA MUESTRA			DENSIDAD INDIVIDUAL L	ABSORCIÓN PROMEDIO 3 UNIDADES (%)	VERIFICACIÓN SEGUN N.T.P. 399.604
			MASA SATURADA	MASA SUMERGIDA	MASA SECA AL HORNO			
			(kg)	(kg)	(kg)			
M-41	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	31	18.51	10.59	16.83	2125.00	2066.55	2098.73
M-42	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	31	18.41	10.45	16.58	2082.91		
M-43	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	31	18.53	10.07	16.85	1991.73		
M-44	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	31	18.64	10.49	16.93	2072.30		
M-45	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	31	19.06	10.94	17.22	2120.69		
M-46	Patón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	31	18.53	10.88	16.79	2194.77		



[Signature]
ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEIRA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 248809

[Signature]
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA

[Signature]
Henry Rivas Arce
Cobitas
Tec. Laboratorio
USAT

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
DENSIDAD MUESTRA PATRON +10% METACAOLÍN +15% ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TEMA:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MÓDULOS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	LAJRA RIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAJO:	DENSIDAD
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.	NORMATIVA:	NTP 339.604: 2002
FECHA ENSAYO:	Chiclayo, 1 de Noviembre de 2023	CODIGO DE REFERENCIA:	007-2023-GEOHESA

MUESTRA	DENOMINACIÓN/ CODIFICACIÓN	E D A D	DATOS DE LA MUESTRA			DENSIDAD INDIVIDUAL L	ABSORCIÓN PROCESO J UNIDADES (%)	VERIFICACIÓN SEGÚN N.T.P 399.604
			MASA SATURADA	MASA SUMERGIDA	MASA SECA AL HORNO			
			(fms)	(kg)	(kg)			
M-01	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	31	18.43	10.69	16.56	2139.53	2028.86 1991.89	
M-02	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	31	18.63	10.03	16.61	1931.40		
M-03	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	31	18.89	10.59	16.73	2015.66		
M-04	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	31	18.69	10.57	16.67	2052.96		
M-05	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	31	18.25	9.51	16.42	1876.57		
M-06	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	31	18.33	9.84	16.43	1933.22		



TÉCNICO DE LABORATORIO

[Signature]
ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEIRA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 248899



[Signature]
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
DENSIDAD MUESTRA PATRON +10% METACAOLÍN +20% ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TIPO:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	LA FRA RIVAS PLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAJO:	DENSIDAD
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayos y ensayo de unidades de albañilería de concreto.	NORMATIVA:	NTP 339.604, 2002
FECHA ENSAYO:	miércoles, 1 de Noviembre de 2023	CÓDIGO INFORMATIVO:	007-2023-GEOHESA

MUESTRA	DENOMINACIÓN CODIFICACION	E D A D	DATOS DE LA MUESTRA			DENSIDAD INDIVIDUAL	ABSORCIÓN PROMEDIO J UNIDADES (%)	VERIFICACIÓN SEGÚN N.T.P 399.604
			MASA SATURADA	MASA SUMERGIDA	MASA SECA AL HORNO			
			(din)	(kg)	(kg)			
M-01	Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	31	17.96	9.61	15.80	1892.22	1894.20	
M-02	Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	31	18.08	9.86	15.66	1905.11		
M-03	Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	31	17.98	9.77	15.69	1911.08		
M-04	Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	31	18.08	9.35	15.74	1892.58		
M-05	Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	31	17.87	9.87	15.60	1950.00		
M-06	Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	31	17.96	9.79	15.75	1927.78		



[Signature]
ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEJA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 248900

[Signature]
Jorge Luis Sanjsteban Alejandro
LABORATORISTA



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 25 - Ensayo de Densidad



Fuente Elaboración propia

Anexo 26 - Ensayo de Densidad



Fuente Elaboración propia

Anexo 27 - Variación Dimensional



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:	
VARIACIÓN DIMENSIONAL	
TESTES:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
SOLICITANTE:	SAFRA EIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla unidos en albañilería
FECHA ENSAYO:	Juani, 30 de Octubre de 2023
EPÍGRAFO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL
NORMATIVA:	N.T.F. 399.604
CÓDIGO DE EXPERIMENTO:	007-2023GEOHESA

Dosificación	Medición	Designación						Variación Dimensional (mm)
		B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	
Patrón	Largo	40.10	40.25	40.00	40.05	39.90	40.30	-1.00 mm
	Ancho	15.15	15.25	15.00	14.95	15.10	15.15	-1.00 mm
	Alto	20.15	20.15	20.10	19.90	20.10	19.90	-0.50 mm
Patrón + 10% Metacaolín + 10% Aserrín Calcinado	Largo	39.95	40.00	39.95	40.10	40.00	40.25	-0.42 mm
	Ancho	15.05	15.15	15.25	15.00	15.30	15.30	-1.75 mm
	Alto	20.25	20.10	20.30	19.95	20.25	20.00	-1.42 mm
Patrón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	Largo	39.95	40.25	40.05	40.30	40.20	40.10	-1.42 mm
	Ancho	14.95	15.05	15.05	15.30	15.25	15.10	-1.17 mm
	Alto	20.00	20.25	20.05	19.85	19.97	20.05	-0.28 mm
Patrón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	Largo	40.25	40.00	40.05	40.05	39.95	40.00	-0.50 mm
	Ancho	15.30	15.15	15.05	15.10	14.90	15.05	-0.92 mm
	Alto	20.25	20.00	20.30	19.95	19.95	20.05	-0.83 mm


ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246900


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
GRUPO GEOHESA
Jorge Luis Sanhsteban Alejandro
LABORATORISTA


Henry Rivasdenoya
Onditas
Tec. Laboratorio
USAT


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tabanintuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 28 - Variación Dimensional



Fuente Elaboración propia

Anexo 29 - Variación Dimensional



Fuente Elaboración propia

Anexo 30 - Ensayo de Alabeo



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
ENSAYO DE ALABEO			
TIPO:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADHESIÓN DE MITACACIÓN Y ASERÍN CALCEADO EN BLOQUES DE CONCRETO LEVADO PARA Muros PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHILAYO - CHILAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	LA FRA RIVAS PLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	ALABEO
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería	NORMATIVA:	NTP 399.613.2005
FECHA ENSAYO:	martes, 31 de Octubre de 2023	CODIGO DE EXPERIENCIA:	007-2023 GEOHESA

		CARA A	CARA B
		(mm)	(mm)
PATRON	B-01	1.0	1.0
	B-02	2.5	1.5
	B-03	2.5	1.5
	B-04	1.0	1.5
	B-05	3.0	2.0
	PROMEDIO	2.0	1.5

		CARA A	CARA B
		(mm)	(mm)
Patón + 10% Metacalín + 10% Aserín Calceado	B-01	2.5	1.5
	B-02	2.0	2.0
	B-03	1.0	2.0
	B-04	1.5	1.5
	B-05	1.0	1.5
	PROMEDIO	1.6	1.7

		CARA A	CARA B
		(mm)	(mm)
Patón + 10% Metacalín + 10% Aserín Calceado	B-01	1.5	1.5
	B-02	1.5	2.5
	B-03	2.0	2.5
	B-04	3.0	1.5
	B-05	2.5	1.5
	PROMEDIO	2.1	1.9

		CARA A	CARA B
		(mm)	(mm)
Patón + 10% Metacalín + 20% Aserín Calceado	B-01	2.5	2.0
	B-02	2.5	2.5
	B-03	3.0	1.5
	B-04	3.0	2.5
	B-05	3.5	1.0
	PROMEDIO	2.9	1.9



[Signature]
ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909

[Signature]
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA
CIP 100000000

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 31 - Ensayo de Absorción de los Bloques

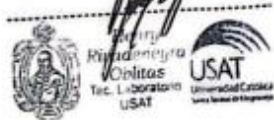


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
ABSORCIÓN MUESTRA PATRON			
TEMA:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE MITACAOLÍN Y ASTERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAJO:	ABSORCIÓN
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.	NORMATIVA:	NTP 339.604- 2002
FECHA ENSAYO:	domingo, 29 de Octubre de 2023	CORREO ELECTRÓNICO:	007-2023-GEOHESA

MUESTRA	DENOMINACIÓN CODIFICACION	E D A D	DATOS DE LA MUESTRA			ABSORCIÓN	ABSORCIÓN	ABSORCIÓN PROMEDIO J UNIDADES (%)	VERIFICACIÓN SEGÚN N.T.P 399.604 (%)
			MASA SATURADA	MASA SUMERGIDA	MASA SECA AL HORNO				
			(gms)	(g)	(g)				
M-01	MUESTRA PATRON	28	18.69	11.21	17.30	183.83	8.03	8.51	CUMPLE
M-02	MUESTRA PATRON	28	19.26	11.52	17.71	200.26	8.75		
M-03	MUESTRA PATRON	28	19.22	11.48	17.79	192.51	8.40		
M-04	MUESTRA PATRON	28	18.99	11.37	17.57	186.35	8.08		
M-05	MUESTRA PATRON	28	19.2	11.48	17.52	217.62	9.59		
M-06	MUESTRA PATRON	28	18.78	11.07	17.35	181.11	8.18		



ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEIRA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 248909

TÉCNICO DE LABORATORIO

Jorge Luis Sanjsteban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:		
ABSORCIÓN MUESTRA PATRON +10% METACAOLEN +10% ASERRIN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO		
TESTES:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLEN Y ASERRIN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES	
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVAS PLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO: ABSORCIÓN
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Módulos de maestro y ensayo de unidades de albañilería de concreto.	NORMATIVA: NTP 339.604: 2002
FECHA ENSAYO:	Astengo, 29 de Octubre de 2023	CODIGO DE REFERENTE: 007-2023-GEOHESA

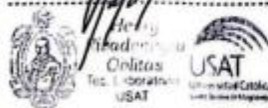
MUESTRA	DENOMINACIÓN/ CODIFICACION	E D A D	DATOS DE LA MUESTRA			ABSORCIÓN	ABSORCIÓN	ABSORCIÓN PROMEDIO 3 UNIDADES (%)	VERIFICACIÓN SEGÚN N.T.P 399.604
			MASA SATURADA	MASA SUMERGIDA	MASA SECA AL HORNO				
			(kg)	(kg)	(kg)				
M-01	Patón + 10% Metacaolén + 10% Aserrín Calcinado	28	18.51	10.59	16.83	212.12	5.98	10.36	CUMPLE
M-02	Patón + 10% Metacaolén + 10% Aserrín Calcinado	28	18.41	10.45	16.58	229.90	11.04		
M-03	Patón + 10% Metacaolén + 10% Aserrín Calcinado	28	18.53	10.07	16.85	198.58	5.97		
M-04	Patón + 10% Metacaolén + 10% Aserrín Calcinado	28	18.64	10.49	16.93	209.82	10.10		
M-05	Patón + 10% Metacaolén + 10% Aserrín Calcinado	28	19.06	10.94	17.22	226.60	10.69		
M-06	Patón + 10% Metacaolén + 10% Aserrín Calcinado	28	18.53	10.88	16.83	212.12	5.98		



[Signature]
ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUEIRA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909

TÉCNICO DE LABORATORIO

[Signature]
Jorge Luis Sapfisteban Alejandro
LABORATORISTA



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
ABSORCIÓN MUESTRA PATRON +10% METACAOLÍN +15% ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO			
TEMA:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	ABSORCIÓN
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Módulos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.	PROXIMIDAD:	NTP 339.604: 2002
FECHA ENSAYO:	domingo, 29 de Octubre de 2023	CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO:	007-2023-GEOHESA

MUESTRA	DENOMINACIÓN/ CODIFICACION	E D A D	DATOS DE LA MUESTRA			ABSORCIÓN	ABSORCIÓN	ABSORCIÓN PROMEDIO UNIDADES (%)	VERIFICACIÓN SEGÚN N.T.P 399.604
			MASA SATURADA	MASA SUMERGIDA	MASA SECA AL HORNO				
			(Kg)	(Kg)	(Kg)				
M-01	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	28	18.43	10.69	16.56	241.60	11.29	11.88	CUMPLE
M-02	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	28	18.63	10.03	16.61	234.88	12.16		
M-03	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	28	18.89	10.59	16.73	260.24	12.91		
M-04	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	28	18.69	10.57	16.67	248.77	12.12		
M-05	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	28	18.26	9.51	16.42	210.29	11.21		
M-06	Patón + 10% Metacaolín + 15% Aserrín Calcinado	28	18.33	9.84	16.43	223.79	11.56		



TÉCNICO DE LABORATORIO

ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246900

Jorge Luis Sardisdeban Alejandro
LABORATORISTA



Henry Rivas de la Cruz
Obreros
Téc. Laboratorio
USAT



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:	
ABSORCIÓN MUESTRA PATRON +10% METACAOLÍN +20% ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO	
TEMA:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES
UBICACIÓN:	CHILAYO - CHILAYO - LAMBAYEQUE
SOLICITANTE:	ZAFRA BIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Muestras de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
FECHA ENSAYO:	domingo, 29 de Octubre de 2023
	ENSAYO: ABSORCIÓN
	NORMA/LEY: NTP 339.604. 2002
	CODIGO DE EXPEDIENTE: 007-2023-GEOHESA

MUESTRA	DENOMINACIÓN CODIFICACION	E D A D	DATOS DE LA MUESTRA			ABSORCIÓN	ABSORCIÓN	ABSORCIÓN PROMEDIO J UNIDADES (%)	VERIFICACIÓN SEGÚN N.T.P 339.604
			MASA SATURADA	MASA SUMERGIDA	MASA SECA AL HORNO				
			(kg)	(kg)	(kg)				
M-01	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	28	17.96	9.61	15.80	258.68	13.67	14.53	NO CUMPLE
M-02	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	28	18.08	9.86	15.66	294.40	15.45		
M-03	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	28	17.08	9.77	15.69	278.93	14.60		
M-04	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	28	18.08	9.35	15.74	268.04	14.87		
M-05	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	28	17.87	9.87	15.60	283.75	14.55		
M-06	Patón + 10% Metacaolín + 20% Aserrín Calcinado	28	17.96	9.79	15.75	270.50	14.03		



ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEIRA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909



Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chilcayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa

Anexo 32: Compresión de Prismas de Albañilería



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
COMPRESIÓN DE PRISMA - MUESTRA PATRON			
TEXTO:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACADLÚN Y ASERRÍN CALCHAZO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MURIS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAPRA RIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	COMPRESION DE PRISMAS
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.	NORMA ENTA:	N.T.P. 399-605
FECHA ENSAYO:	Huancayo, 1 de Diciembre de 2023	CODIGO DE ESTABLECIMIENTO:	007-2024-GEOHESA

Muestra nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (D/M/A)	Fecha de ensayo (D/M/A)	Edad (D/M/A)	l ₀ (mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)	Área (mm ²)	l ₀ l ₁ l ₂	Carga (kg)	f _c (MPa)	Factor Correc.	f _c (MPa)	f _c (MPa)
1	Prisma - Bloque Patron	09/11/2023	09/12/2023	28	421	152	413	68752	2.73	87023.00	8.28	1.00	8.28	130.81
2	Prisma - Bloque Patron	09/11/2023	09/12/2023	28	422	152	417	61381	2.73	86773.00	8.23	1.00	8.23	128.25
3	Prisma - Bloque Patron	09/11/2023	09/12/2023	28	389	151	408	62049	2.73	88820.00	8.74	1.00	8.74	134.30

Observaciones:
 * En la foto de la muestra, se muestra dimensión lateral del prisma y l₀: Área de prisma.
 * Muestra, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEIRA
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 REG. CIP. 248898

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
 INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
GRUPO GEOHESA
 Jorge Luis Santisteban Alejandro
 LABORATORISTA



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
 DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
 Distrito de Chiclayo-Lambayeque
 RUC: 10164934743
 CELULAR: 927569182
 CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
COMPRESIÓN DE PRISMA - MUESTRA PATRON + 10% METACAOLÍN + 10% ASERRÍN CALCINADO			
TESIS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	COMPRESION DE PRISMAS
TITULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.	NORMATIVA:	N.T.P. 399.605
FECHA ENSAYO:	Viernes, 1 de Diciembre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023/GEOHESA

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	lp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/lp	Carga (N)	f _{ca} (Mpa)	Factor Correc.	f _{ca} (Mpa)	f _{ca} (kg/cm ²)
1	Prisma - Bloque 10% CAO + 10% ASE	03/11/2023	01/12/2023	28	403	152	410	61055	2.71	45730.00	7.53	1.05	7.92	80.80
2	Prisma - Bloque 10% CAO + 10% ASE	03/11/2023	01/12/2023	28	401	150	417	60150	2.78	45660.00	7.64	1.05	8.08	82.35
3	Prisma - Bloque 10% CAO + 10% ASE	03/11/2023	01/12/2023	28	403	153	409	61381	2.68	45580.00	7.43	1.05	7.81	79.59

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma. lp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

ORLANDO ALDO MASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 248898



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
GRUPO GEOHESA
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA

Henry Rivadeneira
Coblitus
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
del Perú

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa



GRUPO GEOHESA

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
COMPRESIÓN DE PRISMA - MUESTRA PATRON + 10% METACAOLÍN + 15% ASERRÍN CALCINADO			
TEMA:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	COMPRESIÓN DE PRISMAS
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBARILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albarilería.	NORMA TÉCNICA:	N.T.P. 399-605
FECHA ENSAYO:	Huancayo, 1 de Diciembre de 2023	CÓDIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023-GEOHESA

Muestra nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	lp (mm)	lp (mm)	Área (mm ²)	lp/tp	Carga (kg)	f _c (MPa)	Factor Correc.	f _{cd} (MPa)	f _{cd} (MPa)
1	Prisma - Bloque 10% CAO + 15% ASE	03/11/2023	01/12/2023	28	403	150	416	82689	2.78	38220.00	8.61	1.08	9.28	84.85
2	Prisma - Bloque 10% CAO + 15% ASE	03/11/2023	01/12/2023	28	403	153	422	81381	2.77	37480.00	8.10	1.08	8.44	85.88
3	Prisma - Bloque 10% CAO + 15% ASE	03/11/2023	01/12/2023	28	402	150	406	82300	2.73	35481.00	8.88	1.08	9.25	83.18

CONSIGNACIONES:
 -lp: Largo del prisma; tp: Mayor dimensión lateral del prisma y tp: Altura del prisma
 -Muestra: identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Orlando Aldo Vasquez Cerquera
ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 REG. CIP: 248909



Jorge Luis Sanfiteban Alejandro
Jorge Luis Sanfiteban Alejandro
 LABORATORISTA



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
 DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
 Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
 CELULAR: 927569182
 CORREO: Geohesa@grupo.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
COMPRESIÓN DE PRISMA - MUESTRA PATRON + 10% METACAOLÍN + 20% ASERRÍN CALCINADO			
TEMA:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENLACE:	COMPRESION DE PRISMAS
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.	NORMATIVA:	N.T.P. 399.603
FECHA ENSAYO:	viernes, 1 de Diciembre de 2023	CODIGO DE REPORTE:	007-2024-GEOHESA

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	h ₃ (mm)	Área (mm ²)	h ₁ /h ₂	Carga (kg)	f _c (MPa)	Factor Correc.	f _c (MPa)	f _c (MPa)
1	Prisma - Bloque 10% CAO + 20% ASE	03/11/2023	01/12/2023	28	401	151	414	62275	2.78	30820.00	4.88	1.08	5.27	53.71
2	Prisma - Bloque 10% CAO + 20% ASE	03/11/2023	01/12/2023	28	400	150	417	61725	2.78	28775.00	5.02	1.08	5.51	54.12
3	Prisma - Bloque 10% CAO + 20% ASE	03/11/2023	01/12/2023	28	403	152	415	62875	2.74	28890.00	4.41	1.25	4.48	48.33

OBSERVACIONES:
 - h₁: Largo del prisma, h₂: Mayor dimensión lateral del prisma y h₃: Altura del prisma.
 - Muestra, identificación y ensayo realizados por el laboratorio.

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 REG. CIP. 246909



Jorge Luis Sanjsteban Alejandro
 LABORATORISTA

Henry Rivadeneira Colitas
 Tec. Laboratorio USAT

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
 DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
 Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
 CELULAR: 927569182
 CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 33: Compresión Diagonal de Muretes



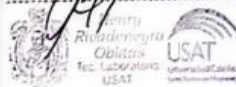
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:	
COMPRESION DIAGONAL - MUESTRA PATRON	
TESIS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVAS PLATA, JOSEPH ALEXANDER
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
FECHA ENSAYO:	lunes, 4 de Diciembre de 2023
ENSAYO:	COMPRESION DIAGONAL
NORMATIVA:	N.T.P. 399.621 : 2004
CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023/GEOHESA

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Fecha de asentado (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
1	Murete - Bloque Patrón	6/11/2023	4/12/2023	28	619.7	622.2	149.5	92825	121174	0.923	9.41
2	Murete - Bloque Patrón	6/11/2023	4/12/2023	28	618.5	619.4	151.5	93763	128791	0.971	9.90
3	Murete - Bloque Patrón	6/11/2023	4/12/2023	28	619.5	620.9	152.5	94577	121331	0.907	9.25

OBSERVACIONES:
ENSAYO REALIZADO EN EL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
CONSTA DE CERTIFICADO DE CALIBRACION



ORLANDO ALDO Y SUAREZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
GRUPO GEOHESA
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
COMPRESION DIAGONAL - MUESTRA PATRON + 10% METACAO LÍN +10 % ASERRÍN CALCINADO			
TESIS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN LA ADICIÓN DE METACAO LÍN Y ASERRIN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	COMPRESION DIAGONAL
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.	NORMATIVA:	N.T.P. 399.621 : 2004
FECHA ENSAYO:	lunes, 4 de Diciembre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023/GEOHESA

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado	Fecha de ensayo	Edad	l	h	t	Ab	P	Vm	Vm
N°		(Días)	(Días)	(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	(N)	(Mpa)	(kg/cm ²)
1	Murete - 10% CAO+ 10% ASE	6/11/2023	4/12/2023	28	619.5	624.2	149.4	92904	116367	0.89	9.03
2	Murete - 10% CAO+ 10% ASE	6/11/2023	4/12/2023	28	620.2	623.8	150.8	93794	114022	0.86	8.76
3	Murete - 10% CAO+ 10% ASE	6/11/2023	4/12/2023	28	618.3	624.3	151.3	94003	116316	0.87	8.92

OBSERVACIONES:

ENSAYO REALIZADO EN LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
LISTA DE CARTA DE CALIBRACION



ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
GRUPO GEOHESA
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
COMPRESION DIAGONAL - MUESTRA PATRON + 10% METACAO LÍN +15 % ASERRÍN CALCINADO			
TESIS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN LA ADICIÓN DE METACAO LÍN Y ASERRÍN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	COMPRESION DIAGONAL
TITULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañileria.	NORMATIVA:	N.T.P. 399.621 : 2004
FECHA ENSAYO:	lunes, 4 de Diciembre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023/GEOHESA

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado	Fecha de ensayo	Edad	l	h	t	Ab	P	Vm	Vm
		(Dias)	(Dias)	(Dias)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	(N)	(Mpa)	(kg/cm2)
1	Murete - 10% CAO+ 15% ASE	6/11/2023	4/12/2023	28	619.9	623.4	148.3	92191	105115	0.81	8.22
2	Murete - 10% CAO+ 15% ASE	6/11/2023	4/12/2023	28	621.3	623.8	152.3	94814	107126	0.80	8.15
3	Murete - 10% CAO+ 15% ASE	6/11/2023	4/12/2023	28	622.9	624.2	151.6	94530	104880	0.78	8.00



INGENIERO CIVIL
TECNICO DE LABORATORIO
ENSAYO REALIZADO EN LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
CONSTA DE LA FIRMA Y CALIBRACION



ORLANDO VASQUEZ CERQUERA
INGE
R.L.

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. OIP 246909

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
GRUPO GEOHESA
Jorge Luis Santisjeban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
COMPRESION DIAGONAL - MUESTRA PATRON + 10% METACAOLÍN +20% ASERRÍN CALCINADO			
TESIS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN LA ADICIÓN DE METACAOLIN Y ASERRIN CALCINADO EN BLOQUES DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS PORTANTES		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	ZAFRA RIVASPLATA, JOSEPH ALEXANDER	ENSAYO:	COMPRESION DIAGONAL
TÍTULO:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería	NORMATIVA:	N.T.P. 399.621 : 2004
FECHA ENSAYO:	lunes, 4 de Diciembre de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023/GEOHESA



Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
1	Murete - 10% CAO+ 20% ASE	6/11/2023	4/12/2023	28	622.5	607.4	118.5	72871.6	79466.6	0.77	7.86
2	Murete - 10% CAO+ 20% ASE	6/11/2023	4/12/2023	28	619.5	609.3	119.1	73175.0	77599.6	0.75	7.65
3	Murete - 10% CAO+ 20% ASE	6/11/2023	4/12/2023	28	621.1	608.5	117.3	72116.0	80156.6	0.79	8.01



ORLANDO ALDO VASO F7 CERQUEJA
INGENIERO EN SUELOS
REG. Nº. 240809

Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa

Anexo 34 - Boleta de compra de caolín



OREGON CHEM GROUP S.A.C.
 SURQUILLO - LIMA - LIMA
 Tel: 511 644-0141 facturacionperu@oregonchem.com
www.oregonchem.com

RUC 20604539383
BOLETA ELECTRÓNICA
B001-646

DATOS DEL CLIENTE

DNI : 70282807
NOMBRE : JOSEPH ALEXANDER ZAFRA RIVASPLATA
TELÉFONO : +51938307753

FECHA EMISIÓN : 18/08/2023
FECHA VENC. : 18/08/2023
CONDICIÓN PAGO:CONTADO
MONEDA : Dólares Americanos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V.UNITARIO	P.UNITARIO	TOTAL
ORGN00000616	CAOLIN 200	KGM	50.00	0.60	0.7080	USD 35.40
0002	SERVICIO DE TRANSPORTE Y EMBALAJE	ZZ	1.00	10.00	11.8000	USD 11.80
					Op. Gravada	USD 40.00
					Op. Gratuita	USD 0.00
					Op. Exonerada	USD 0.00
					Op. Inafecta	USD 0.00
					IGV	USD 7.20
					IMPORTE TOTAL	USD 47.20

Importe en letras: **CUARENTA Y SIETE CON 20/100 DÓLARES AMERICANOS**

OBSERVACIONES:

Orden de Venta #17851

Hash:
 RLHT/3npyBGrHAAIGK3+s5RIKqI=

Fuente Oregon Chem Group

Anexo 35: Certificado de Calibración de Equipos



Registro de la Propiedad Industrial
Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00145569

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 005067-2023/DSD - INDECOPI de fecha 01 de marzo de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	GEOHESA
Clase	:	42 de la clasificación Internacional.
Solicitud	:	0000147-2023
Titular	:	HESANT CONSULTORES E.I.R.L.
País	:	Perú
Vigencia	:	01 de marzo de 2033
Distingue	:	Servicio de ensayo de materiales, suelos y asfaltos



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento:18322g0xq6

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Tel: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe

Fuente Laboratorio Grupo Geohesa



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	PRENSA DE MURETES
Capacidad	20000 kgf
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	LF-057
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315A
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-03-01

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Fuente Laboratorio PERUTEST



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-005 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 093-23 (B)
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.


 Henry Rivas Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT


 USAT
 Universidad Católica
 del Santa Cruz de Arequipa
 TÉCNICO DE LABORATORIO

☎ 913 028 621 / 913 028 622
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624
 🌐 www.perutesl.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutesl.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC

Fuente Laboratorio PERUTEST



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa σ (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.60 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Certificado de Calibración

TC - 03746 - 2023

Proforma : 8768A

Fecha de emisión : 2023-09-06

SOLICITANTE : GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
Dirección : CAL.TAHUANTINSUYO NRO. 1570 DISTRITO DE CHICLAYO - CHICLAYO
: -LAMBAYEQUE.

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
N° de Serie : 8335410495
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 10 g
División de Verificación : 10 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 200 g
Procedencia : CHINA
Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio suelos
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2023-09-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Lugar de calibración
Instalaciones de GRUPO GEOHESA E.I.R.L.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sellado.



[Handwritten signature]

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r09/SEPTIEMBRE 2023/Rev.05

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

TÉCNICO DE LABORATORIO

(01) 262 9536

(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe

www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
 TC - 03746 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-07157-2022 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-07381-2022 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-08046-2022 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-08047-2022 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-08807-2022 Julio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

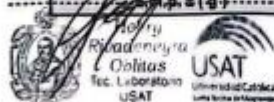
Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,5 °C
Humedad Relativa	75 %	76 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	15 000	6	-1	1	30000	30 000	6	-1
2		15 000	6	-1	2		30 000	6	-1
3		15 000	6	-1	3		30 000	6	-1
4		15 000	6	-1	4		30 000	7	-2
5		15 000	6	-1	5		30 000	7	-2
6		15 000	5	0	6		30 000	7	-2
7		15 000	5	0	7		30 000	7	-2
8		15 000	5	0	8		30 000	7	-2
9		15 000	6	-1	9		30 000	6	-1
10		15 000	6	-1	10		30 000	6	-1
E _{max} - E _{min} (g)				1	E _{max} - E _{min} (g)				1
e.m.p. ± (g)				20	e.m.p. ± (g)				30



PGC-16-r09/SETIEMBRE 2023/Rev.05

Página : 2 de 3


 Jr. Condesa de Lemos N°117
 San Miguel, Lima

 (01) 262 9536
 (51) 988 901 065

 informes@testcontrol.com.pe
 www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 03746 - 2023

2	5
1	
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,5 °C	23,6 °C
Humedad Relativa	75 %	75 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec				e.m.p. ± (g)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	100	100	4	1	10000	10 000	5	0	-1	20
2		100	4	1		10 000	5	0	-1	
3		100	5	0		10 000	6	-1	-1	
4		100	5	0		10 000	6	-1	-1	
5		100	4	1		10 000	7	-2	-3	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,6 °C	23,6 °C
Humedad Relativa	75 %	75 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
100	100	6	-1						
200	200	6	-1	0	200	6	-1	0	10
2 000	2 000	6	-1	0	2 000	7	-2	-1	10
6 000	6 000	6	-1	0	6 000	7	-2	-1	20
8 000	8 000	6	-1	0	8 000	6	-1	0	20
10 000	10 000	5	0	1	10 000	6	-1	0	20
12 000	12 000	5	0	1	12 000	6	-1	0	20
15 000	15 000	5	0	1	15 000	6	-1	0	20
20 001	20 000	6	-2	-1	20 000	5	-1	0	20
25 001	25 000	6	-2	-1	25 000	5	-1	0	30
30 001	30 000	6	-2	-1	30 000	5	-1	0	30

Donde:

I : Indicación de la balanza

ΔL : Carga incrementada

Eo : Error en cero

e.m.p. : Error máximo permitido

E : Error encontrado

Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} = R - 3,97 \times 10^{-6} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{7,63 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 3,55 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 29 990 g para una carga de valor nominal 30000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



Fin del documento

PGC-16-10-19-FEBRERO 2023/Rev.05

Página : 3 de 3



(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración

TC - 03747 - 2023

Proforma : 8768A Fecha de emisión : 2023-09-06

SOLICITANTE : GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
Dirección : CAL.TAHUANTINSUYO NRO. 1570 DISTRITO DE CHICLAYO - CHICLAYO
: -LAMBAYEQUE.

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : TA302
N° de Serie : B403227593
Capacidad Máxima : 300 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,01 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 0,2 g
Procedencia : No indica
N° de Parte : No indica
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio suelos - asfaltos
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2023-09-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Lugar de calibración
Instalaciones de GRUPO GEOHESA
E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar

PGC-16-r08/ SETIEMBRE 2023/Rev.04

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536

TÉCNICO DE LABORATORIO 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
 TC - 03747 - 2023

Gerente Técnico

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE21A-C-1070 Agosto 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

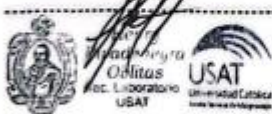
Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,8 °C	23,7 °C
Humedad Relativa	74 %	74 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	150,00	150,01	6	9	1	300,00	300,00	6	-1
2		150,00	5	0	2		300,00	8	-1
3		150,00	5	0	3		300,01	7	8
4		150,01	5	10	4		300,01	7	8
5		150,00	5	0	5		300,01	7	8
6		150,00	5	0	6		300,01	7	8
7		150,01	6	9	7		300,01	7	8
8		150,01	6	9	8		300,01	7	8
9		150,01	7	8	9		300,01	7	8
10		150,01	7	8	10		300,01	6	9
Emáx - Emín (mg)				10	Emáx - Emín (mg)				10
error máximo permitido (±mg)				20	error máximo permitido (±mg)				30



PGC-16-r08/ SETIEMBRE 2023/Rev.04

Página : 2 de 3


 Jr. Condesa de Lemos N°117
 San Miguel, Lima

SERVICIO DE LABORATORIO

(01) 262 9536

(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe

www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 03747 - 2023



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,7 °C	23,7 °C
Humedad Relativa	74 %	74 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	0,10	0,10	5	0	100,00	100,00	5	0	0	20
2		0,10	5	0		100,00	5	0	0	
3		0,10	5	0		100,00	5	0	0	
4		0,10	5	0		99,99	3	-8	-8	
5		0,10	5	0		99,99	3	-8	-8	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,7 °C	23,7 °C
Humedad Relativa	74 %	74 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						10
0,20	0,20	5	0	0	0,20	5	0	0	10
20,00	20,00	5	0	0	20,00	5	0	0	10
60,00	60,00	6	-1	-1	60,00	5	0	0	20
80,00	80,00	6	-1	-1	80,00	5	0	0	20
100,00	100,00	6	-1	-1	100,00	6	-1	-1	20
120,00	120,01	7	6	6	120,00	6	-1	-1	20
150,00	150,01	7	6	6	150,01	7	6	6	20
200,00	200,01	7	6	6	200,01	7	6	6	20
250,00	250,01	7	6	6	250,00	6	-1	-1	30
300,00	300,01	7	6	6	300,00	6	-1	-1	30

Donde:

- I : Indicación de la balanza
- ΔL : Carga adicional
- Eo : Error en cero
- R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
- E : Error del instrumento
- Ec : Error corregido

Lectura corregida e Incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 3,16 \times 10^{-4} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_{95} = 2 \times \sqrt{5,26 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 5,35 \times 10^{-10} \times R^2}$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 300,02 g para una carga de valor nominal 300 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 03743 - 2023

Proforma : 8767A Fecha de Emisión : 2023-09-18

SOLICITANTE : HESANT CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección : CALLE TAHUANTINSUYO URB. SAN LORENZO 1570 DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE.

EQUIPO : HORNO
Marca : YU - FENG
Modelo : STHX - 1A
Número de Serie : 11095
Identificación : N° 2
Procedencia : NO INDICA
Circulación del aire : Ventilación forzada

Ubicación : LABORATORIO SUELOS
Fecha de Calibración : 2023-09-17

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	0 °C a 400 °C	0,1 °C
Selector	DIGITAL	0 °C a 400 °C	0,1 °C

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN
Instalaciones de : HESANT CONSULTORES E.I.R.L.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOPI.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	23.2 °C	75 %hr	220 V
Final	23.6 °C	75 %hr	220 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

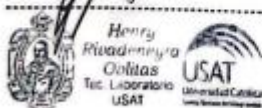
TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de

instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



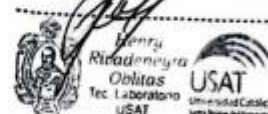
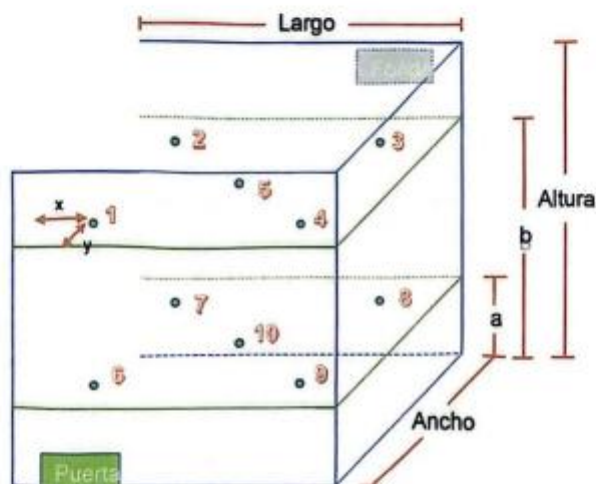
Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado : TC - 03743 - 2023

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C.	LT - 0346 - 2021 Abril 2023

UBICACIÓN DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMO



Largo :	45.0 cm	a :	12.0 cm	x :	6.0 cm
Ancho :	35.0 cm	b :	30.0 cm	y :	5.0 cm
Altura :	45.0 cm				

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.
 El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

NOMENCLATURA DE ABREVIATURAS

t	: Instante de tiempo en minutos.	T.PROM	: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de Promedio
I	: Indicación del termómetro del equipo.	Tprom	: de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante
T. MÁX	: Temperatura máxima por sensor		
T. MÍN	: Temperatura mínima por sensor		
T. max	: Temperatura máxima para un instante dado.	DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.
T. min	: Temperatura mínima para un instante dado.		

Página : 2 de 5

Certificado : TC - 03743 - 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN (1ER PUNTO DE CALIBRACIÓN)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/ Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
110 °C ± 5 °C	110 °C	30 min	30%	ENVASES DE ACERO

t (h)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110.0	111.9	111.6	109.5	110.4	110.9	112.9	110.8	110.0	112.2	112.1	111.3	3.4
00:02	110.0	112.7	111.8	109.6	110.9	111.1	113.2	110.7	110.7	112.5	112.6	111.8	3.6
00:04	110.0	112.5	112.4	109.8	110.9	111.4	113.3	110.7	110.4	113.0	112.9	111.8	3.5
00:06	110.0	113.0	112.4	110.0	110.9	111.3	113.9	110.7	110.8	113.0	112.8	111.9	3.9
00:08	110.0	112.6	112.4	109.7	110.6	111.3	113.3	110.8	110.3	112.6	112.1	111.6	3.6
00:10	110.0	111.9	111.7	109.4	110.2	111.2	112.9	110.2	110.0	112.3	112.0	111.3	3.5
00:12	110.0	112.0	111.2	108.8	110.3	110.7	112.6	110.3	109.6	111.8	112.0	111.1	3.8
00:14	110.0	112.0	111.3	109.1	109.9	110.5	112.7	109.8	109.8	111.7	111.4	110.9	3.6
00:16	110.0	111.6	111.4	109.0	110.2	110.4	112.7	110.3	109.5	112.1	111.3	110.9	3.7
00:18	110.0	112.1	111.7	109.3	110.0	110.4	113.1	110.3	109.9	112.1	112.1	111.1	3.8
00:20	110.0	112.4	111.8	109.5	110.2	110.8	113.3	110.5	110.0	112.3	112.2	111.4	3.8
00:22	110.0	112.3	112.0	110.0	110.8	111.1	113.1	111.1	110.7	112.7	112.3	111.6	3.1
00:24	110.0	112.5	112.4	110.0	110.8	111.2	113.5	111.1	110.7	112.7	112.6	111.9	3.5
00:26	110.0	112.9	112.3	109.7	110.6	111.4	113.7	110.7	110.8	113.0	112.8	111.9	4.0
00:28	110.0	112.3	112.1	109.6	110.4	111.3	113.6	110.9	110.2	112.7	112.7	111.6	4.0
00:30	110.0	112.3	112.0	109.5	110.1	111.1	113.0	110.7	110.1	112.3	112.4	111.4	3.5
00:32	110.0	111.6	111.8	108.9	110.1	110.8	112.7	110.4	109.6	112.0	111.5	111.0	3.8
00:34	110.0	111.5	111.4	108.7	109.6	110.4	112.5	109.9	109.3	111.6	111.9	110.8	3.8
00:36	110.0	112.0	111.6	109.0	109.9	110.4	112.3	110.3	109.5	111.7	111.9	111.0	3.3
00:38	110.0	112.0	111.4	108.9	110.4	110.6	112.8	110.4	110.0	112.2	111.5	111.1	3.9
00:40	110.0	112.0	111.9	109.5	110.2	110.8	113.3	110.3	110.2	112.4	111.9	111.3	3.8
00:42	110.0	112.4	112.4	109.6	110.4	111.0	113.5	110.9	110.6	112.9	112.7	111.7	3.9
00:44	110.0	112.7	112.3	109.7	110.8	111.5	113.8	110.8	110.6	112.6	112.9	111.9	4.1
00:46	110.0	112.5	112.1	109.7	110.9	111.3	113.7	110.7	110.8	112.9	112.3	111.8	4.0
00:48	110.0	112.8	112.2	109.7	110.7	111.2	113.5	111.1	110.5	112.7	112.3	111.7	3.8
00:50	110.0	112.2	112.0	109.5	110.2	110.8	112.8	110.2	109.9	112.3	111.8	111.3	3.3
00:52	110.0	111.6	111.2	109.4	110.4	110.3	113.0	109.9	109.9	112.0	112.0	111.1	3.6
00:54	110.0	111.7	111.6	108.9	110.0	110.4	112.5	110.1	109.4	112.1	111.7	110.9	3.6
00:56	110.0	111.7	111.3	108.8	110.1	110.3	112.8	110.3	109.5	111.9	111.4	110.9	3.8
00:58	110.0	112.1	111.3	109.2	110.2	110.8	113.0	110.3	110.1	112.0	111.6	111.1	3.8
T.PROM	110.0	112.2	111.8	109.4	110.4	110.9	113.1	110.5	110.1	112.3	112.1	111.4	
Y.MAX	110.0	113.0	112.4	110.0	110.9	111.5	113.9	111.1	110.8	113.0	112.9		
Y.MIN	110.0	111.5	111.2	108.7	109.6	110.3	112.3	109.6	109.3	111.6	111.3		
DTI	0.0	1.5	1.2	1.3	1.3	1.3	1.6	1.3	1.5	1.4	1.6		

RESUMEN DE RESULTADOS

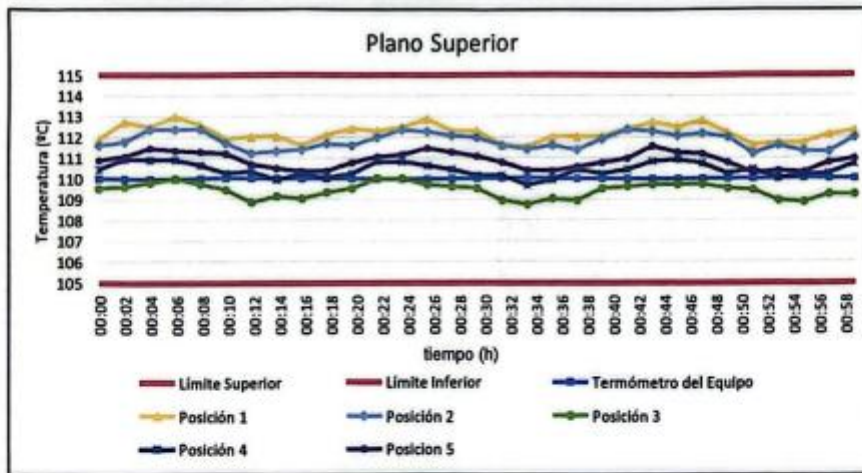
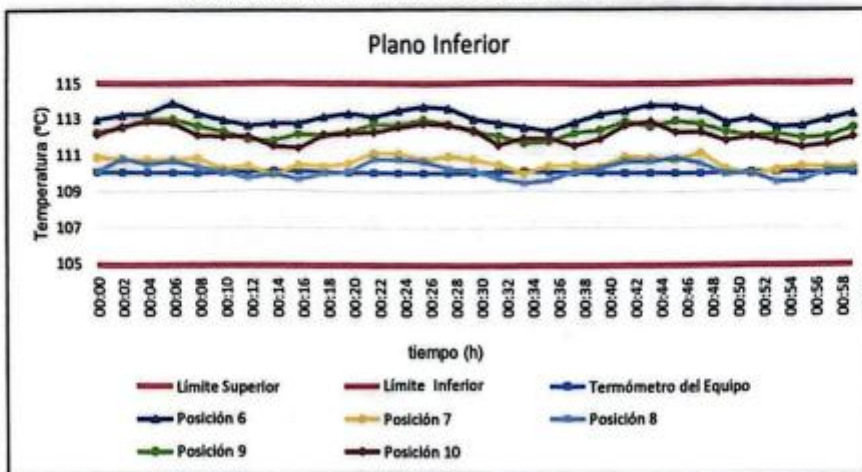
Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	113,9	0,4
Temperatura Mínima Medida	108,7	0,4
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,7	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,6	0,1
Estabilidad Medida (±)	0,8	0,05
Uniformidad Medida	4,1	0,2

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE OBRAS, CONSTRUCCIÓN Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL SACRAMENTO
 PUNTO DE LABORATORIO

Certificado : TC - 03743 - 2023

GRÁFICA PARA LA TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C



DECLARACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES ESPECIFICADOS DE TEMPERATURA

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio termo:

- Cumple con los límites especificados de temperatura.



Página : 4 de 5

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0.03 °C.
 La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

Fin del Documento



Página : 5 de 5

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-03745-2023

PROFORMA : 8768A

Fecha de emisión : 2023 - 09 - 06

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
 Dirección : CAL. TAHUANTINSUYO NRO. 1570 DISTRITO DE CHICLAYO - CHICLAYO
 : -LAMBAYEQUE.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA DE CONCRETO
 Marca : TAMIEQUIPOS
 Modelo : TM 12
 N° Serie : M141104123
 Intervalo de indicación : 120 000 kgf
 Resolución : 10 kgf
 Ubicación : Laboratorio suelos - asfaltos

Fecha de Calibración : 2023 - 09 - 04

LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en las instalaciones de GRUPO GEOHESA E.I.R.L.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación indirecta tomando como referencia la norma ISO 7500-1:2018 Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18,0°C	18,0°C
HUMEDAD RELATIVA	66,0%	66,0%

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

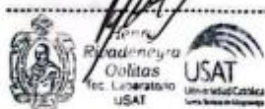
TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.




Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 C.F.P. N° 0316

Certificado : TC-03745-2023

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-065-2022 Julio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo	Lectura del equipo Patrón	Error	Incertidumbre
(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)
1000	991,2	-8,8	0,50
2000	1989,9	-10,1	0,50
5000	4992,1	-7,9	0,50
10000	9991,0	-9,0	0,50
15000	14989,7	-10,3	0,50
20000	19979,9	-20,1	0,50
30000	29989,7	-10,3	0,50
50000	49991,2	-8,8	0,50
60010	59978,6	-31,4	0,50
70010	69988,9	-21,1	0,50
80010	79983,1	-26,9	0,50
100020	100043,3	23,3	0,50

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO


 Henry Rivadeneira Colitas
 Tec. Laboratorio USAT
 


USAT
 Universidad Católica
 Lima, Perú

 TÉCNICO DE LABORATORIO