

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del
mortero - Nuevo Chimbote -2024**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autores:

Bach. Merino Rabanal, Nicole Janeett

Código ORCID: 0009-0007-4216-0757

Bach. Torres Ramirez, Jesebell Xenia

Código ORCID: 0009-0004-5352-7153

Asesora:

Dra. Ing. Fernández Mantilla, Jenisse del Rocío

DNI N° 33264434

Código ORCID: 0000-0003-3336-4786

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del
mortero - Nuevo Chimbote -2024**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

REVISADO Y APROBADA POR:



Presidente
DNI N° 26673663
Código ORCID: 0000-0002-3506-2373

Dra. Ing. Fernández Mantilla, Jenisse del Rocío

Asesor

DNI N° 33264434

Código ORCID: 0000-0003-3336-4786

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del
mortero - Nuevo Chimbote -2024**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

REVISADO Y APROBADA POR:


Ms. Villavicencio González, Felipe Eleuterio
Presidente
DNI N° 26673663
Código ORCID: 0000-0002-3500-2378


Ms. Rivasplata Díaz, Julio César
Secretario
DNI N° 32770844
Código ORCID: 0000-0002-4180-9362


Dra. Ing. Fernández Mantilla, Jenisse del Rocío
Integrante
DNI N° 33264434
Código ORCID: 0000-0003-3336-4786



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 26 días del mes de noviembre del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución Nº 588-2025-UNS-CFI, con fecha 10.10.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Presidente), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Secretario), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Integrante), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario), en base a la Resolución Decanal Nº 849-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO – NUEVO CHIMBOTE - 2024", presentado por los Bachilleres **MERINO RABANAL NICOLE JANEETT** con cód. N° 0201413036 y **TORRES RAMÍREZ JESEBELL XENIA** con cód. N° 0201413053, quienes fueron asesorados por la docente Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla según lo establece la T. Resolución Decanal Nº 880-2023-UNS-FI, de fecha 22.12.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

| BACHILLER | PROMEDIO VIGESIMAL | PONDERACIÓN |
|-------------------------------|--------------------|-------------|
| MERINO RABANAL NICOLE JANEETT | 18 | Bueno |

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 26 de noviembre de 2025.

Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Presidente

Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Secretario

Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla
Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 26 días del mes de noviembre del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución Nº 588-2025-UNS-CFI, con fecha 10.10.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Presidente), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Secretario), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Integrante), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario), en base a la Resolución Decanal Nº 849-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO – NUEVO CHIMBOTE - 2024", presentado por los Bachilleres **MERINO RABANAL NICOLE JANEETT** con cód. N° 0201413036 y **TORRES RAMÍREZ JESEBELL XENIA** con cód. N° 0201413053, quienes fueron asesorados por la docente Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla según lo establece la T. Resolución Decanal Nº 880-2023-UNS-FI, de fecha 22.12.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

| BACHILLER | PROMEDIO VIGESIMAL | PONDERACIÓN |
|--------------------------------------|--------------------|--------------|
| TORRES RAMÍREZ JESEBELL XENIA | 18 | Bueno |

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 26 de noviembre de 2025.

Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Presidente

Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Secretario

Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla
Integrante

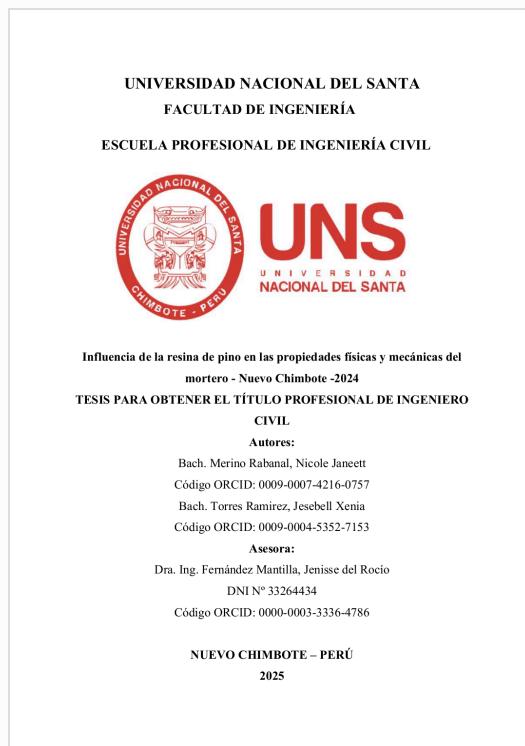


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

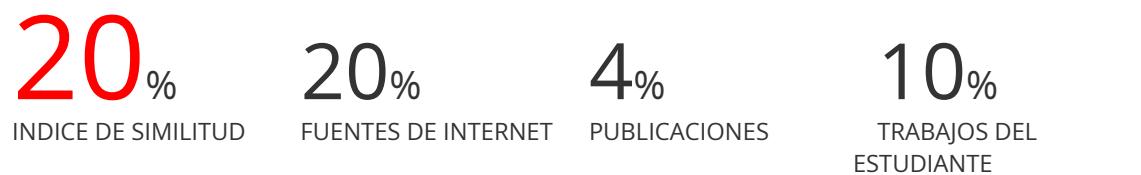
La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Nicole Janeett Merino Rabanal
Título del ejercicio: proyectos
Título de la entrega: Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y me...
Nombre del archivo: TESIS_FINAL._RESINA_DE_PINO_-MERINO_Y_TORRES.docx
Tamaño del archivo: 51.41M
Total páginas: 185
Total de palabras: 23,634
Total de caracteres: 127,341
Fecha de entrega: 27-nov-2025 04:02p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2750588107



Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero - Nuevo Chimbote -2024

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

| Rank | Fuente | Porcentaje |
|------|--|------------|
| 1 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 6% |
| 2 | repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet | 3% |
| 3 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | 1 % |
| 4 | Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante | 1 % |
| 5 | dokumen.tips Fuente de Internet | <1 % |
| 6 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 7 | repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 8 | pdfcoffee.com Fuente de Internet | <1 % |
| 9 | doku.pub Fuente de Internet | <1 % |
| 10 | dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 11 | repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |

DEDICATORIA

A Dios, gracias por acompañarme en cada paso de esta travesía, por sostenerme cuando sentí que ya no podía continuar, y por recordarme que no hay esfuerzo en vano cuando el propósito es noble. En cada jornada de estudio, en cada noche de desvelo y en cada reto superado, estuviste presente, infundiéndome paz, claridad y valor.

A mis padres, que me enseñaron desde niña que los sueños se construyen con trabajo, constancia y fe. Gracias por ser mi sostén en los momentos de incertidumbre y mi impulso en los de decisión. Mamá, tu amor incansable, tu ternura y tus consejos sabios han sido mi brújula; tu confianza en mí fue muchas veces el único motivo por el que seguí adelante. Papá, tu serenidad, tus palabras firmes y tu dedicación silenciosa me enseñaron el valor de la responsabilidad, la humildad y la dignidad en todo lo que se hace. Cada logro alcanzado lleva consigo una parte de su esfuerzo, de su paciencia, de sus renuncias, y de ese amor sin medida que solo unos padres entregan con el alma.

Y a mi hijo, la razón más profunda de mi lucha. Tu existencia me transformó por completo y me dio un sentido nuevo a cada meta. Pensar en ti fue mi mayor motivación para concluir esta etapa, incluso cuando el cansancio parecía vencerme. Quiero que un día leas estas palabras y sepas que cada amanecer en que me levanté a estudiar, cada momento en que elegí avanzar, lo hice pensando en darte un ejemplo: el de nunca rendirse, el de levantarse siempre y el de luchar por aquello que vale la pena. Este título que hoy culmino no es solo mío, es también tuyo, porque sin saberlo, fuiste mi mayor maestro de amor, fortaleza y determinación.

Bachiller Nicole Janeett Merino Rabanal

DEDICATORIA

Quiero dar, principalmente, las gracias a Dios por ser guía y luz en cada etapa de mi crecimiento profesional y personal, por ser esperanza y reafirmación de fe estando presente en cada situación crucial y cuando más lo necesité, acompañándome a terminar con éxito mi educación superior y a alcanzar mis metas de manera significativa hasta la actualidad.

De todo corazón quiero agradecer a mi madre, quien es realmente una mujer admirable, de fortaleza inmensurable y un modelo a seguir. Su apoyo constante e incondicional en cada uno de mis proyectos y metas en la vida ha sido fundamental para mí. Ella es mi pilar primordial de fortaleza, ánimo y lucha, siendo inspiración y ejemplo. No sería la persona y profesional quien hoy soy de no haberla tenido presente en mi vida. Este y todos mis logros van dedicados a ti, mamá, porque estoy convencida de que tu respaldo ha sido esencial en mi formación y crecimiento.

De manera especial, este logro se lo dedico también a mis abuelos maternos por acompañarme siempre, particularmente a mi abuelo, quien hoy me cuida y guía desde el cielo, y quien aun en vida permanecía orgulloso de mis logros, siendo el principal alentador y consejero en los buenos y sobre todo en los malos momentos. Aunque deseaba que él en vida pueda acompañarme en esta etapa, le agradezco profundamente todo el apoyo brindado, cada palabra en cada consejo, y cada aliento en un abrazo y sonrisa. Sus palabras de ánimo y apoyo constante me dieron la motivación necesaria para superar cada obstáculo, alcanzar mis objetivos y avanzar en mi camino.

Bachiller Jesebell Xenia Torres Ramirez

Índice general

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | iv |
| Índice general..... | vi |
| Índice de tablas | viii |
| Índice de figuras..... | ix |
| RESUMEN | xiii |
| ABSTRACT..... | xiv |
| CAPITULO I: INTRODUCCIÓN..... | 15 |
| 1.1. <i>Descripción del problema</i> | 16 |
| 1.2. <i>Formulación Del Problema</i> | 19 |
| 1.2.1. <i>Problema General</i> | 19 |
| 1.2.2. <i>Problemas específicos</i> | 19 |
| 1.3. <i>Objetivos</i> | 19 |
| 1.3.1. <i>Objetivo general</i> | 19 |
| 1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i> | 19 |
| 1.4. <i>Formulación De La Hipótesis</i> | 19 |
| 1.5. <i>Justificación e importancia</i> | 20 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO | 22 |
| 2.1. <i>Antecedentes de la investigación</i> | 23 |
| 2.2. <i>Marco Conceptual</i> | 31 |
| 2.2.1. <i>Resina de Pino</i> | 31 |
| 2.2.2. <i>Mortero</i> | 33 |
| CAPITULO III: METODOLOGÍA | 50 |
| 3.1. <i>Enfoque de la investigación</i> | 51 |
| 3.2. <i>Método de la investigación</i> | 51 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 3.3. | Diseño de la investigación | 53 |
| 3.4. | Población y muestra..... | 54 |
| 3.5. | Operacionalización o categorización de las variables de estudio | 55 |
| 3.5.1. | Variable Independiente..... | 55 |
| 3.5.2. | Variable dependiente..... | 55 |
| 3.5.3. | Definición Conceptual | 55 |
| 3.5.4. | Definición Operacional | 55 |
| 3.5.5. | Dimensiones..... | 56 |
| 3.6. | Técnica e Instrumentos de recolección de datos..... | 57 |
| 3.7. | Técnicas de análisis de resultados..... | 58 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | 60 |
| 4.1 | Resultados..... | 61 |
| 4.1.1 | Propiedades físicas de la resina de pino | 61 |
| 4.1.2 | Propiedades físicas y mecánicas del mortero con adición de resina de pino en distintos porcentajes (0%;1%;1.5%;2%). | 63 |
| 4.1.3 | Costo del mortero con el idóneo porcentaje de resina de pino y el costo del mortero convencional para asentado de ladrillos..... | 71 |
| 4.1.4 | Prueba de hipótesis..... | 74 |
| 4.2 | Discusión..... | 77 |
| CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | | 84 |
| 5.1 | Conclusiones..... | 85 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 88 |
| CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 89 |
| CAPÍTULO VII: ANEXOS | | 98 |
| <i>Anexo 01- Matriz de consistencia</i> | | 99 |

| | |
|--|-----|
| <i>Anexo 02 – Matriz de operacionalización de variables.....</i> | 100 |
| <i>Anexo 03 – Ensayos a los agregados que conforman el mortero.....</i> | 101 |
| <i>Anexo 04 – Ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del mortero con distintos porcentajes de resina de piso (0%;1%;1.5%;2%).....</i> | 105 |
| <i>Anexo 05 – Certificados de calibración de equipos de laboratorio</i> | 133 |
| <i>Anexo 06 – Analisis de datos -SPSS</i> | 156 |
| <i>Anexo 07 –Certificado del Laboratorio de Ensayo de Materiales y Concreto de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa.....</i> | 161 |
| <i>Anexo 08 – Panel fotográfico</i> | 161 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1.Variaciones permisibles de los moldes cúbicos..... | 39 |
| Tabla 2. Valores de la resistencia a la compresión de morteros | 42 |
| Tabla 3. Características de los ladrillos cerámicos | 43 |
| Tabla 4. Muestra de la investigación | 53 |
| Tabla 5. Granulometría de la resina de pino | 60 |
| Tabla 6.Tipos de mortero..... | 54 |
| Tabla 7. Propiedades físicas y mecánicas del concreto con adición de resina de pino en diferentes proporciones respecto a la mezcla patrón | 67 |
| Tabla 8. Anàlisis de precios unitarios sobre el costo del mortero con el óptimo porcentaje de resina de pino y con el mortero patròn..... | 71 |
| Tabla 9.Análisis ANOVA de la resistencia a la compresión | 74 |
| Tabla 10.Análisis ANOVA de la adherencia en especímenes de albañilería | 75 |
| Tabla 11.Análisis ANOVA de la Resistencia a la compresión diagonal en muretes | 76 |

Índice de figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1.Esquema del diseño de investigación – Cuasi experimental | 53 |
| Figura 2. Curva granulométrica de la resina de pino..... | 53 |
| Figura 3.Peso unitario de las muestras con resina de pino en kg/m ³ | 64 |
| Figura 4.Fluidez de las muestras con resina de pino en porcentaje..... | 65 |
| Figura 5. Resistencia a la compresión de las muestras con resina de pino en kg/cm ² | 66 |
| Figura 6.Comparación de la Resistencia a la adherencia (kg/cm ²) a los 28 días de la muestra patrón y la muestra con 2% de resina de pino | 68 |
| Figura 7.Comparación de la resistencia a la compresión diagonal de muretes (kg/cm ²) a los 28 días de la muestra patrón y la muestra con 2% de resina de pino..... | 70 |
| Figura 8.Comparación del costo del mortero con el idóneo porcentaje de resina de pino y con el mortero patrón..... | 71 |
| Figura 9.Selección y separación de áridos mediante zaranda artesanal en la cantera “Don Ramon” | 161 |
| Figura 10.Extracción del agregado fino en la cantera “Don Ramon” | 161 |
| Figura 11.Muestreo de arena en cantera para control de calidad de materiales de construcción en la cantera “Don Ramon” | 162 |
| Figura 12.Proceso de cuarteo de agregado fino para obtención de muestras representativas en laboratorio | 162 |
| Figura 13.Pesaje del recipiente en balanza electrónica de laboratorio. | 163 |
| Figura 14.Muestra de árido fino de cantera sobre balanza digital para control de calidad de materiales | 163 |
| Figura 15. Colocación de muestras de agregado fino en estufa para determinación de humedad en laboratorio | 164 |

| | |
|--|-----|
| Figura 16.Preparación de materiales y tamices para ensayo granulométrico de agregado fino en laboratorio | 164 |
| Figura 17.Tamizadora mecánica utilizada para el ensayo granulométrico de agregados en laboratorio..... | 165 |
| Figura 18.Recolección y pesado de fracción retenida en tamiz durante el análisis granulométrico manual | 165 |
| Figura 19.Registro del peso del residuo retenido en tamiz, como parte del ensayo granulométrico de laboratorio..... | 166 |
| Figura 20.Distribución de fracciones retenidas en cada tamiz tras el análisis granulométrico de agregado fino | 166 |
| Figura 21.Manipulación segura de muestras tras el secado en estufa para determinación de humedad en laboratorio..... | 167 |
| Figura 22.Preparación y lavado de árido fino previo al ensayo de peso específico según norma técnica | 167 |
| Figura 23.Secado superficial de muestra antes sumergida | 168 |
| Figura 24.Veinticinco golpes por cada capa en molde metálico | 168 |
| Figura 25.Desmoronamiento del agregado superficialmente seco | 169 |
| Figura 26.Peso de 500g para peso específico en picnómetro | 169 |
| Figura 27.Peso de fiola + 500g de arena superficialmente seca | 170 |
| Figura 28.Calentamiento con cocina para sacar las burbujas de aire (2) - ensayo | 170 |
| Figura 29. Contenido de fiola en horno – ensayo | 171 |
| Figura 30.Preparación de mortero patrón para ensayo de fluidez | 171 |
| Figura 31.Ensayo de fluidez mortero patrón - 25 golpes en plato de flujo..... | 172 |
| Figura 32.Preparación de mortero patrón + 1% de resina de pino..... | 172 |
| Figura 33.Preparación de mortero patrón + 1.5% de resina de pino..... | 173 |

| | |
|--|-----|
| Figura 34.Preparación de mortero patrón + 2% de resina de pino..... | 173 |
| Figura 35.Medida de diámetro de mortero + 2% de resina de pino..... | 174 |
| Figura 36.Medida de diámetro de molde para peso unitario | 174 |
| Figura 37.Medida de la altura del molde para determinar el peso unitario | 175 |
| Figura 38.Preparación de mezcla patrón en mezcladora | 175 |
| Figura 39.Colocado de mezcla patrón en molde - 25 golpes por capa | 176 |
| Figura 40.Mezcla patrón en molde lista para pesar | 176 |
| Figura 41.Peso de ensayo 01 - mezcla patrón..... | 177 |
| Figura 42.Resina de pino | 177 |
| Figura 43.Pulverización de Resina de pino..... | 178 |
| Figura 44.Ensayo granulométrico de la resina de pino..... | 178 |
| Figura 45.Tamizado de la resina de pino | 180 |
| Figura 46.Preparación de mortero con adición de 1% de resina de pino..... | 180 |
| Figura 47.Peso de ensayo 01 - mortero + 1% de resina en polvo..... | 181 |
| Figura 48.Mezclado de mortero + 1.5% de resina de pino | 181 |
| Figura 49.Ensayo de adherencia de mortero patrón +2.0% de resina de pino | 182 |
| Figura 50.Ensayo de adherencia de mortero patrón..... | 182 |
| Figura 51.Ensayo de adherencia de mortero patrón +2.0% de resina de pino | 183 |
| Figura 52.Medidas de los dados de mortero patrón | 183 |
| Figura 53.Medición de la carga de ruptura en dado de concreto durante el ensayo de compresión para la muestra patrón | 184 |
| Figura 54.Medición de la carga de ruptura en dado de concreto durante el ensayo de compresión para la muestra patrón +2.0% de resina de pino | 184 |
| Figura 55.Elaboración de muretes con mortero patrón..... | 185 |
| Figura 56.ensayo 02 - diagonal de muretes mortero patrón..... | 185 |

Figura 57. Elaboración de muretes con mortero patrón+2.0% de resina de pino 185

Figura 58. Ensayo 02 - diagonal de muretes mortero patrón +2.0% de resina de pino 185

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero en Nuevo Chimbote, 2024. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un tipo de investigación aplicada, nivel explicativo y diseño cuasi-experimental, comparando un grupo control conformado por mortero convencional y grupos experimentales de mortero con 1 %, 1.5 % y 2 % de resina de pino adicionado en polvo, de acuerdo a la muestra obtenida de lo pasante de la malla N°200. La muestra estuvo conformada por 84 especímenes de mortero, elaborados para evaluar peso unitario, fluidez, resistencia a la compresión, adherencia y resistencia diagonal de murete. La técnica utilizada fue la observación directa y el instrumento, protocolos de laboratorio adaptados a las normas NTP 399.610, ASTM C1437, NTP 334.051, NCh 167 OF.2001 y NTP 399.621. Los resultados mostraron que el incremento de resina de pino disminuyó la fluidez y el peso unitario hasta el 1.5 %, pero aumentó significativamente la resistencia a la compresión, la adherencia y la resistencia diagonal de murete, alcanzando los mejores valores con el 2 % de resina. El análisis económico mostró que el mortero con 2 % de resina tiene un costo ligeramente mayor que el convencional, pero este incremento se justifica por las mejoras mecánicas y la mayor sostenibilidad en su uso. En conclusión, la incorporación de resina de pino en el mortero influyó de manera positiva y significativa en sus propiedades, recomendándose el 2 % como dosificación óptima, ya que mejoró la calidad, redujo los costos y aportó sostenibilidad a la construcción en Nuevo Chimbote.

Palabras claves: Mortero, Resina de Pino, Propiedades.

ABSTRACT

The general objective of this research was to determine the influence of pine resin on the physical and mechanical properties of mortar in Nuevo Chimbote, 2024. The study was developed under a quantitative approach, with an applied type of research, explanatory level and quasi-experimental design, comparing a control group made up of conventional mortar and experimental groups of mortar with 1%, 1.5% and 2% pine resin. The sample consisted of 72 mortar specimens, prepared to evaluate unit weight, fluidity, compressive strength, adhesion and diagonal strength of the wall. The technique used was direct observation and the instrument, observation sheets adapted to standards NTP 399.610, ASTM C1437, NTP 334.051, NCh 167 OF.2001 and NTP 399.621. The results showed that the increase in pine resin decreased fluidity and unit weight to 1.5%, but significantly increased compressive strength, adhesion, and diagonal strength of the wall, reaching the best values with 2% resin. The economic analysis showed that mortar with 2% resin is slightly more expensive than conventional mortar, but this increase is justified by the mechanical improvements and greater sustainability. In conclusion, the incorporation of pine resin in the mortar had a positive and significant impact on its properties, with 2% being recommended as the optimal dosage, as it improved quality, reduced costs, and contributed to the sustainability of construction in Nuevo Chimbote.

Keywords: Mortar, Pine Resin, Properties.

CAPITULO I:

INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

En el ámbito internacional, la vulnerabilidad de las edificaciones de albañilería frente a eventos sísmicos y la calidad de los materiales empleados han sido ampliamente documentadas en diversos países. Por ejemplo, tras los terremotos de 2023 en el este de Turquía, se evaluaron 2568 viviendas de albañilería y se determinó que más del 51 % sufrieron daños extremadamente graves o destrucción total, mientras que el 29 % presentó daños estructurales severos. Solo el 3,4 % evidenció daños menores. Este alto grado de afectación se asoció principalmente a la baja calidad del mortero, ausencia de refuerzos y edificaciones levantadas sin regulación técnica adecuada (Oyguc, 2025).

De manera similar, estudios en Asia, África y América Latina indican que hasta el 80 % de las pérdidas en viviendas de albañilería durante sismos de gran magnitud se atribuye directamente al uso de morteros de baja calidad y a la ausencia de refuerzo sísmico. En el terremoto de Nepal en 2015, más del 60 % de las 500 000 viviendas dañadas o destruidas fueron de albañilería no reforzada, y situaciones semejantes se han documentado en México, Indonesia, India, Perú y Kenia, donde la informalidad y el empleo de mortero de baja calidad son causas recurrentes de colapso estructural (Tule, 2024).

A esta problemática se suman los hallazgos en la península de Yucatán, México, donde aproximadamente el 40 % de las viviendas rurales presenta daños estructurales vinculados a la alta absorción de agua y baja resistencia de los morteros tradicionales de cal. Este fenómeno afecta negativamente la durabilidad de las edificaciones y la calidad de vida de los habitantes, al facilitar la aparición de agrietamientos y el deterioro prematuro de las construcciones (Pacheco y Narváez, 2025).

Asimismo, en zonas de la costa y Amazonía peruana, la humedad se identifica como una de las principales causas de deterioro en viviendas de albañilería, generando delaminación, eflorescencia y debilitamiento estructural. Estas condiciones, documentadas en infraestructuras educativas como el colegio Divino Niño Jesús en Lores, ponen en evidencia que la absorción excesiva del mortero compromete seriamente la seguridad y funcionalidad de las construcciones (Puicon, 2025).

Finalmente, aunque existe una demanda internacional creciente por soluciones ecológicas y sostenibles, hasta el año 2023 no se reportaban investigaciones significativas sobre el uso de adhesivos a base de resina de pino en el concreto, lo que revela un vacío relevante en la literatura científica y la falta de innovación en el sector de la construcción en cuanto al mejoramiento del mortero a través de aditivos naturales (Park et al., 2023).

En el contexto peruano, la construcción de viviendas presenta una alta informalidad, ya que aproximadamente el 70 % de las edificaciones son realizadas por autoconstrucción, con una notable ausencia de control técnico y deficiencias en la ejecución de elementos como el mortero. Estas malas prácticas, que incluyen espesores irregulares y juntas deficientemente compactadas, incrementan la vulnerabilidad sísmica de las viviendas, especialmente en ciudades con crecimiento acelerado como Lima (MVCS, 2016).

La albañilería confinada se mantiene como el sistema predominante para la construcción de viviendas en el país. Sin embargo, la comparación entre la normativa vigente E.070 y su propuesta de actualización evidencia que las variaciones técnicas influyen directamente en la seguridad y durabilidad de las edificaciones, ya que los diferentes requisitos afectan el comportamiento estructural de los muros (Moreno y Diaz, 2023).

Adicionalmente, investigaciones recientes en regiones urbanas como Chilca, Huancayo, han mostrado que la variabilidad en la calidad del mortero empleado en los muros de tabiquería es determinante para la resistencia y estabilidad de las viviendas, reflejando diferencias significativas en el comportamiento mecánico de los materiales utilizados (Tello, 2023), por último la propuesta de actualización de la Norma Técnica Peruana E.070 establece requisitos mínimos para asegurar la calidad y seguridad de las edificaciones de albañilería confinada y armada, sin embargo su aplicación efectiva continúa siendo un desafío a nivel nacional, debido a la prevalencia de la informalidad y la falta de control en la ejecución y el uso de materiales (SENCICO, 2019).

En el contexto local, de acuerdo con los Censos Nacionales, la provincia del Santa —donde se localiza Nuevo Chimbote— ha mostrado un crecimiento sostenido en el número de viviendas, pero persisten carencias en la infraestructura, materiales constructivos y formalidad en la propiedad, lo que incide de manera directa en la calidad y seguridad estructural de las viviendas (INEI, 2018).

En Nuevo Chimbote, el acelerado crecimiento urbano ha promovido la proliferación de edificaciones informales, muchas de las cuales emplean materiales alternativos o residuos en la elaboración de unidades de albañilería, sin procesos adecuados de control de calidad ni cumplimiento de las normas técnicas, lo que incrementa significativamente la vulnerabilidad de las viviendas frente a eventos sísmicos y condiciones ambientales adversas (Chávez y Gamarra, 2021).

Por otro lado, diversas investigaciones han evidenciado que la mayoría de las viviendas de albañilería confinada en el distrito han sido construidas con morteros que no cumplen las exigencias normativas de resistencia y durabilidad, ya que esta problemática, atribuida principalmente a la falta de control en la dosificación y calidad de los materiales, incrementa

la probabilidad de fallas estructurales, como fisuras y desprendimientos, que afectan la vida útil de las edificaciones (Álvarez y Jordán, 2023).

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. *Problema General*

¿Cómo influye la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero en el contexto de Nuevo Chimbote - 2024?

1.2.2. *Problemas específicos*

¿Cuáles son las propiedades físicas de la resina de pino?

¿Cómo varían las propiedades físicas y mecánicas del mortero al incorporar diferentes porcentajes de resina de pino (0%; 1%, 1.5%, 2%)?

¿Cuál es la variación de costo del mortero con el porcentaje idóneo de resina de pino frente al mortero convencional?

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

Evaluar la influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero - Nuevo Chimbote -2024

1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Analizar las propiedades físicas de la resina de pino
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del mortero con adición de resina de pino en distintos porcentajes (0%,1%;1.5%;2%).
- Comparar el costo del mortero con el idóneo porcentaje de resina de pino y el costo del mortero convencional, para asentado de ladrillos.

1.4. Formulación De La Hipótesis

La incorporación de resina de pino influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del mortero en Nuevo Chimbote – 2024.

1.5. Justificación e importancia

El estudio se justificó socialmente al buscar alternativas que incorporaran materiales naturales, como la resina de pino, en la construcción, lo que contribuyó al desarrollo sostenible de Nuevo Chimbote. Se demostró que esta mejora las características del mortero, fomentando prácticas más respetuosas con el medio ambiente y sostenibles en el sector de la construcción. Optimizar las características del mortero tuvo un impacto directo en la calidad de la construcción, fundamental para la durabilidad y seguridad de las estructuras, lo que a su vez influyó en la calidad de vida de los habitantes de Nuevo Chimbote.

La investigación se justificó económicamente al mostrar que la resina de pino, como aditivo efectivo para optimizar las características del mortero, resultó en una reducción de costos en comparación con aditivos convencionales, lo que hizo que las prácticas de construcción fueran más eficientes y asequibles, beneficiando a contratistas, desarrolladores y, en última instancia, a los propietarios de viviendas. La investigación condujo a la identificación del porcentaje idóneo de resina de pino que mejoraba las características del mortero, permitiendo a las partes interesadas en la construcción optimizar la cantidad de aditivo necesario, evitando desperdicios y optimizando los costos relacionados con la obtención de materiales, ya que la reducción de costos y la eficiencia en la construcción, junto con la posibilidad de utilizar recursos locales, contribuyeron a la sostenibilidad económica a largo plazo en Nuevo Chimbote.

Se justificó técnicamente al abordar la influencia de la resina de pino en el mortero en el contexto específico de Nuevo Chimbote, ya que esto fue crucial para adaptar las prácticas constructivas a los agregados, condiciones climáticas y geográficas de Nuevo Chimbote, mejorando así la sostenibilidad y la eficacia de las construcciones locales. La evaluación de características mecánicas como la resistencia a la compresión, resistencia a la compresión en prismas de albañilería y resistencia de diagonal de murete ofreció una comprensión detallada de cómo la resina de pino podía influir en las características mecánicas del mortero. Esta

información técnica fue esencial para ingenieros y constructores que buscaban mejorar la integridad y longevidad de las estructuras, ya que los hallazgos de la investigación se emplearon como fundamentos para la transferencia de conocimientos técnicos a profesionales de la construcción, ingenieros y otros actores involucrados en el sector, lo que contribuyó al desarrollo de mejores prácticas y estándares en Nuevo Chimbote.

La investigación fue importante porque demostró que la incorporación de resina de pino en el mortero mejoró la resistencia a la compresión, la adherencia y la resistencia de diagonal de murete, lo que pudo llevar a construcciones más duraderas y seguras, además fomentó prácticas sostenibles y eficientes en la construcción, beneficiando tanto a la economía local como al medio ambiente en Nuevo Chimbote.

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Pacheco y Narváez (2025), en la investigación: Evaluación del comportamiento físico de morteros base cal con aditivos orgánicos, desarrollaron un estudio experimental aplicado y transversal para comparar morteros de cal con extractos de Chúkum (*Havardia albicans*), Chakáj (*Bursera simaruba*) y Pixoy (*Guazuma ulmifolia*), frente a un mortero testigo. Las probetas cúbicas ($5 \times 5 \times 5$ cm) se elaboraron con proporción cal:árido 1:3, apagando la cal con extractos obtenidos por maceración de 400 g de corteza en 3000 ml de agua durante 48 h, en relación cal–líquido 1:2. El volumen de agua adicional fue: testigo 100 ml, Chakáj 120 ml, Chúkum 90 ml y Pixoy 100 ml. Se evaluaron fluidez, morfología, absorción, densidad, rugosidad, pérdida de humedad y resistencia a compresión a 28 y 90 días, siguiendo normas mexicanas e internacionales. El Pixoy presentó la mayor fluidez (+26,17 %), seguido de Chakáj (+14,02 %) y Chúkum (+8,41 %). La densidad aumentó en todos, destacando Chúkum (1,80 g/cm³; +28,57 %), Pixoy (1,73 g/cm³; +23,57 %) y Chakáj (1,68 g/cm³; +20 %). En absorción, Chúkum redujo un 24,07 %, Pixoy –1,32 % y Chakáj aumentó 0,99 %. La rugosidad disminuyó con Chúkum (–82,5 %) y Pixoy (–59,1 %), pero aumentó con Chakáj (+30 %). En retención de humedad a 15 días: Pixoy 81,72 % (+7,14 %), Chúkum 78,19 % (+14,29 %) y Chakáj 72 % (+2,86 %). En resistencia a compresión a 28 días, el testigo alcanzó 6,44 kg/cm²; Chúkum 5,36 kg/cm² (–16,77 %), Pixoy 4,36 kg/cm² (–32,17 %) y Chakáj 5,72 kg/cm² (–11,18 %). A 90 días, testigo y Chakáj lograron 8,32 kg/cm², Chúkum 7,32 kg/cm² (–12,02 %) y Pixoy 7,04 kg/cm² (–15,38 %). Se concluyó que Chúkum tuvo el mejor balance global, Pixoy destacó en fluidez y densidad pero con menor resistencia final, y Chakáj igualó al testigo en resistencia a largo plazo. Se recomendó Chúkum y Pixoy para acabados y restauración, y testigo o Chakáj para usos estructurales.

Puicón (2025), en la investigación: Evaluación de las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento Portland adicionando resina de colofonia en muros de albañilería confinada, realizó un estudio experimental de enfoque aplicado, diseño transversal y alcance explicativo. Se elaboraron morteros con relaciones cemento:arena 1:3, 1:4 y 1:5, incorporando resina de colofonia en proporciones de 0,2 %, 0,4 % y 0,5 %, evaluando 252 muestras mediante ensayos de compresión en prismas y muretes, flexión, absorción de agua, impermeabilidad y adherencia a corte, siguiendo normas técnicas peruanas y chilenas. La mayor resistencia a compresión en prismas se obtuvo en 1:3 sin aditivo ($84,20 \text{ kg/cm}^2$), registrándose reducciones de -29,13 % a -43,04 % con colofonia, patrón repetido en 1:4 y 1:5 con disminuciones superiores al 39 %. En compresión diagonal, 1:3 con 0,2 % alcanzó $8,25 \text{ kg/cm}^2$ (-30,03 %), mientras que 1:5 con 0,5 % fue el menor valor ($5,00 \text{ kg/cm}^2$, -54,95 %). En flexión, las variaciones fueron menores, con descensos de -2,49 % a -15,96 %. La absorción de agua a 24 h disminuyó hasta un 19,48 %, destacando 1:3 con 0,5 %. En adherencia a corte, 1:3 con 0,4 % y 0,5 % superó al patrón (+7,20 % y +12,39 %), y en 1:4 y 1:5 todas las dosificaciones aumentaron, destacando 1:4 con 0,5 % (+10,02 %). Se concluyó que, aunque la colofonia redujo resistencias mecánicas, mejoró impermeabilidad y adherencia, siendo 1:3 con 0,2 % la dosificación más equilibrada para muros no portantes en zonas húmedas con bajas exigencias estructurales.

Park et al. (2023), en la investigación: Surface Properties of Concrete and Bonding Strength of Pine Resin-Based Adhesives to Concrete Surfaces, desarrollaron un estudio experimental y cuantitativo con diseño transversal, evaluando cómo el tipo de encofrado y la proporción resina de pino/cera en adhesivos bio-base afectan la rugosidad superficial del concreto y la resistencia de adherencia. Se fabricaron concretos con tres tipos de encofrado: contrachapado recubierto (FC), contrachapado general (FN) y contrachapado con lija P100 (FS). Se aplicaron adhesivos

con tres composiciones: P1W9 (10 % resina, 90 % cera), P3W7 (30 % resina, 70 % cera) y P5W5 (50 % resina, 50 % cera). La caracterización superficial incluyó microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopía de dispersión de rayos X (EDS), interferometría de luz blanca (WSI) y potencial zeta por dispersión de luz electroforética (ELS). Los valores de rugosidad promedio Ra fueron 7,83 µm (FC), 14,14 µm (FN; +80,6 % respecto a FC) y 22,46 µm (FS; +186,9 %). El potencial zeta se mantuvo negativo en todos los casos (-9,31 a -11,26 mV), sin diferencias significativas por tipo de encofrado. Las pruebas de adherencia a tracción directa mostraron que, en superficie FC, la resistencia varió de 1,41 MPa (P1W9) a 1,18 MPa (P3W7; -16,7 %) y 0,99 MPa (P5W5; -30,2 %). Con adhesivo P3W7, el aumento de rugosidad incrementó la adherencia a 1,50 MPa en FN (+27 % vs FC) y 2,34 MPa en FS (+98 % vs FC). En términos relativos, la adherencia alcanzó hasta el 30 % de la resistencia a tracción estimada del concreto (46,3 MPa). Se concluyó que los adhesivos de resina de pino presentan un potencial ecológico para aplicaciones en concreto, con la adherencia fuertemente influida por la rugosidad superficial y la relación resina/cera. El uso de encofrados que generen mayor textura superficial y formulaciones con menor contenido de resina favorecen la unión, validando su viabilidad como alternativa sostenible en la construcción.

Viera et al. (2022) realizaron la investigación titulada: Influencia de fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de morteros de cemento-arena, y cemento, cal y arena, con el objetivo de determinar cómo la adición de fibras de polipropileno y cabuya influía en la resistencia a compresión, la absorción capilar y la permeabilidad bajo presión de estos morteros. El estudio fue de tipo experimental, con enfoque aplicado, diseño transversal y alcance explicativo. Se elaboraron mezclas con fibras de 12 mm en proporciones de 0,15 %, 0,3 % y 0,5 % del volumen total, comparadas con morteros patrón: uno de cemento y arena (1:3) y otro de cemento, cal y arena (1 : ½ : 2 ¼). Las dimensiones evaluadas fueron la resistencia a compresión, la absorción

capilar y la permeabilidad bajo presión. En el mortero cemento-arena, el 0,3 % de cabuya presentó el mayor incremento en resistencia a compresión (+37,1 %, alcanzando 7,905 MPa) y la mayor reducción en absorción capilar (-8,3 %). En la misma base, el 0,15 % de polipropileno logró reducir la absorción capilar en -7,6 %, aunque no superó en resistencia a la cabuya. En el mortero con cemento, cal y arena, el 0,3 % de cabuya incrementó la resistencia en +10,66 % (7,517 MPa), mientras que el 0,15 % de polipropileno redujo la absorción en -2,09 %. Sin embargo, en todas las proporciones evaluadas, la permeabilidad bajo presión aumentó, siendo más notorio el efecto en morteros con cal, lo que indicó que la variable independiente tuvo un impacto negativo sobre la impermeabilidad. Se concluyó que la proporción óptima fue el 0,3 % de cabuya en morteros cemento-arena, ya que maximizó la resistencia a compresión y redujo significativamente la absorción capilar, mientras que el 0,15 % de polipropileno resultó adecuado para disminuir la absorción sin afectar tanto la resistencia. No obstante, ninguna dosificación logró reducir la permeabilidad, lo que evidenció un efecto contraproducente en esta dimensión.

Huamán (2023) desarrolló la investigación titulada: Optimización de muros de bloqueta de concreto adicionando resina de bálsamo y resina de pino, Cusco – 2022, con el objetivo de evaluar el efecto de distintas proporciones combinadas de resina de bálsamo (RB) y resina de pino (RP) en las propiedades físicas y mecánicas de muros de bloquetas de concreto. El estudio fue de tipo aplicado, con diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. Se elaboraron cinco grupos de ensayo: una muestra patrón sin aditivos y cuatro dosificaciones con porcentajes combinados de RB y RP, distribuidas en 1,40 % (1,00 % RB + 0,40 % RP), 1,90 % (1,30 % RB + 0,60 % RP), 2,40 % (1,60 % RB + 0,80 % RP) y 3,00 % (1,90 % RB + 1,10 % RP). Las dimensiones evaluadas fueron la resistencia a compresión de las bloquetas a los 28 días, la resistencia a compresión axial en pilas y la resistencia a compresión diagonal en

muretes, todas medidas en kg/cm² de acuerdo con la Norma Técnica Peruana E.070. Los resultados indicaron que, a los 28 días, la resistencia a compresión de la unidad pasó de 35,10 kg/cm² en el patrón a 62,50 kg/cm² con la dosificación de 3,00 % (+78,06 %). En compresión axial de pilas, el patrón registró 32,17 kg/cm², mientras que la dosificación de 3,00 % alcanzó 110,03 kg/cm² (+241,92 %). En compresión diagonal de muretes, el valor aumentó de 6,14 kg/cm² en el patrón a 16,45 kg/cm² (+167,73 %) con la misma proporción. Además, las propiedades físicas —absorción, alabeo y variación dimensional— se mantuvieron dentro de los límites establecidos por la norma, garantizando la conformidad técnica. Se concluyó que la dosificación de 1,90 % de resina de bálsamo y 1,10 % de resina de pino (3,00 % total) fue la que optimizó de forma simultánea las tres resistencias mecánicas evaluadas, logrando incrementos de hasta +78,06 % en resistencia a compresión de unidad, +241,92 % en compresión axial de pilas y +167,73 % en compresión diagonal de muretes, sin comprometer las propiedades físicas. Esto evidenció una influencia altamente positiva e integral de la variable independiente sobre la dependiente.

Sotero (2023), en la investigación titulada: Elaboración y caracterización de un mortero seco con adición de cáscara de plátano pulverizada, evaluó el efecto de tres porcentajes de CPP (3 %, 4 % y 5 % en peso respecto al cemento) en dos relaciones cemento:arena (1:3 y 1:3,5), frente a un mortero patrón. El estudio, de tipo aplicado, diseño experimental y enfoque cuantitativo, incluyó 288 especímenes (cubos de 50 mm para compresión y prismas de 40×40×160 mm para flexión) ensayados a 7, 14 y 28 días según NTP 334.051 y ASTM C348, midiendo fluidez, peso unitario, tiempo de fraguado y resistencias mecánicas. En compresión, el 4 % en 1:3 alcanzó 177,22 kg/cm² a 7 días (+101,57 %), pero bajó a 156,23 kg/cm² a 28 días (-2,46 %); en 1:3,5, el 3 % logró 165,29 kg/cm² (+91,51 %) a 7 días, reduciéndose a 137,26 kg/cm² (-9,61 %) a 28 días. En flexión, el 5 % presentó el mejor desempeño a 28 días, con

incrementos de 10,52 % a 22,73 %. En estado fresco, 3 % y 4 % cumplieron la fluidez normativa (110 ± 5 mm), mientras que 5 % descendió por debajo de 100 mm. Se concluyó que el 4 % en 1:3 optimizó la compresión temprana, duplicando la resistencia del patrón a 7 días, pero sin mejoras a largo plazo; el 5 % fue idóneo para flexión, aunque afectó negativamente la trabajabilidad y la compresión final.

Álvarez y Jordán (2023), en la investigación titulada: Utilización del mortero polimérico para optimizar la resistencia de muros de albañilería confinada en Nuevo Chimbote – 2022, realizaron un estudio aplicado, cuantitativo, experimental y explicativo, comparando mortero convencional, mortero polimérico “Massa Dun Dun” y mortero polimérico con 10 %, 15 % y 20 % de resina poliéster. Con ladrillos industriales y artesanales, elaboraron cubos para compresión, pilas para compresión axial y muretes para compresión diagonal, siguiendo la NTP y la norma E-070. El mortero convencional obtuvo la mayor resistencia a compresión (188,58 kg/cm²), superando al polimérico (50,05 kg/cm²). En compresión diagonal, el polimérico fue 28,48 % inferior al convencional y no alcanzó el mínimo de 8,1 kg/cm²; en compresión axial, cumplió el mínimo de 65 kg/cm² pero fue 53,78 % menor (66,24 kg/cm² frente a 123,16 kg/cm² aprox.). La resina poliéster aumentó levemente la resistencia en pilas: 10 % (63,46 kg/cm², -4,19 %), 15 % (68,65 kg/cm², +3,64 %) y 20 % (71,17 kg/cm², +7,44 %), sin superar al convencional. Se concluyó que el mortero polimérico, incluso con resina hasta 20 %, no igualó la resistencia del convencional, siendo recomendable solo para muros no portantes o donde se prioricen adherencia y rapidez, destacando el 20 % como el mejor desempeño dentro de la categoría polimérica.

Giraldo (2022), en *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal adicionando mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica)*, Ayacucho–2022, desarrolló un estudio

aplicado, cuasi experimental, explicativo y cuantitativo, evaluando tres porcentajes de mucílago de nopal (5 %, 10 % y 15 %) en reemplazo parcial del agua de mezcla, frente a un mortero patrón. El aglutinante fue cal aérea en proporción 1:2 (cal:arena gruesa) con 20 % de agua sobre el peso total de cal y arena. La muestra incluyó 132 unidades: 36 para propiedades físicas (asentamiento, contenido de aire, peso unitario) y 96 para propiedades mecánicas (compresión y flexión en prismas, compresión axial en pilas y compresión diagonal en muretes), según NTP y ASTM. El 15 % obtuvo los máximos valores: asentamiento de 14,48 cm (+934,29 %), contenido de aire de 7 % (+75 %), peso unitario de 2602,25 kg/m³ (+24,18 %) y resistencias a 28 días de 27,45 kg/cm² en compresión de cubos (+57,64 %), 7,66 kg/cm² en flexión (+76,09 %), 18,11 kg/cm² en compresión axial (+63,28 %) y 1,86 kg/cm² en compresión diagonal (+50 %). El 10 % destacó en compresión de cubos (25,59 kg/cm², +47,00 %) y flexión (6,50 kg/cm², +49,43 %), mientras que el 5 % registró mejoras más moderadas. Se concluyó que el 15 % fue la dosificación óptima, mejorando significativamente trabajabilidad y resistencia, aunque el alto asentamiento podría requerir ajustes en consistencia, resultando idónea para aplicaciones constructivas y de restauración con enfoque sostenible.

Vargas (2022), en la investigación titulada: Influencia de las resinas de molle y pino en el pavimento rígido f'c 210 kg/cm², calle Triunfadores, San Jerónimo – Cusco 2022, desarrolló un estudio de tipo aplicado, con diseño cuasi experimental y enfoque cuantitativo. Se elaboraron mezclas de concreto patrón y otras con adición de una combinación de resina de molle y pino en proporciones del 3 %, 5 % y 8 % respecto al peso del agua de mezcla, sustituyendo el mismo volumen de agua por resina. Para cada dosificación se prepararon especímenes para ensayos de asentamiento, resistencia a la compresión axial y resistencia a la flexión, siguiendo las Normas Técnicas Peruanas y ASTM. En el ensayo de compresión a 28 días, el concreto patrón alcanzó un promedio de 303,9 kg/cm², mientras que la mezcla con 3 %

de resinas obtuvo 310,5 kg/cm² (+2,2 %), la de 5 % alcanzó 324,2 kg/cm² (+6,7 %) y la de 8 % descendió a 256,1 kg/cm² (-15,7 %). En la resistencia a la flexión, medida a 28 días bajo ASTM C78, el patrón registró 15 MPa (\approx 152,96 kg/cm²), el 3 % logró 18 MPa (+20 %), el 5 % llegó a 21 MPa (+40 %) y el 8 % bajó a 13 MPa (-13,3 %). En estado fresco, el asentamiento aumentó progresivamente con la dosificación, pasando de 4" en el patrón a 4½" con 3 %, 5" con 5 % y 6½" con 8 %, manteniendo el peso unitario prácticamente constante y el contenido de aire entre 1,4 % y 1,7 %. Se concluyó que la proporción del 5 % de resinas de molle y pino representó la dosificación óptima, al mejorar la resistencia a compresión en un 6,7 % y la resistencia a flexión en un 40 %, manteniendo una trabajabilidad adecuada y un asentamiento dentro del rango normativo. Por el contrario, el 8 % redujo significativamente ambas resistencias y generó un asentamiento excesivo, por lo que su uso no resultó recomendable.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. *Resina de Pino*

La resina de pino, que proviene de los pinos, es un material bastante viscoso y pegajoso que se usa en varias industrias, especialmente en la construcción. Esto se debe a que ayuda a mejorar la resistencia y la durabilidad de los materiales. Según Huamán (2023), el uso y el método de aplicación de la resina han avanzado mucho con el tiempo, adaptándose a lo que la industria necesita hoy en día. Por otro lado, Fernández et al. (2023) menciona que al añadir resina a los morteros, se logra una mejor adherencia y una mayor durabilidad. Esto la hace una opción muy interesante para la construcción.

García et al. (2021) destacan que estas resinas funcionan como un aglutinante ecológico en la fabricación de adobes, lo que ayuda a mejorar su resistencia a la compresión y su permeabilidad. Por otro lado, Vargas (2022) analiza cómo las resinas de molle y pino afectan los pavimentos rígidos, logrando mejorar sus características mecánicas y su habilidad para aguantar el desgaste.

Callo y Yapu (2022) investigan cómo se comporta la combinación con óxido de cal, y notan que hay mejoras en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. Por otro lado, Bautista (2023) corrobora que al usarlo en suelos arcillosos, se logra un aumento en la resistencia mecánica y se disminuye la plasticidad del suelo. Además, Ribas y Dopazo (2020) comentan sobre su uso en la producción de alquitrán y como aglutinante en diversas aplicaciones industriales.

Por último, Martínez (2021) sugiere paneles de aislamiento termoacústicos divisorios fabricados con cáñamo y resina de pino, como opción sustentable frente al empleo de polímeros artificiales en la edificación.

a) Características físicas

- **Granulometría:** Según Head (1992), la granulometría se refiere a la distribución de tamaños de partículas en un suelo y constituye un aspecto fundamental en su clasificación geotécnica.

Por otro lado, López (2017), resalta que la granulometría es el procedimiento mediante el cual se puede determinar la proporción relativa de los diferentes tamaños de partículas que conforman un suelo, con el fin de clasificarlo y predecir su comportamiento en distintas aplicaciones de la ingeniería.

Según Terzaghi y Peck (1967), la granulometría constituye la descripción cuantitativa de la distribución de partículas en un suelo y es la base de su clasificación mecánica.

En la misma línea, Holtz y Kovacs (1981), sostienen que se trata de la determinación de la distribución de tamaños de partículas mediante ensayos de tamizado y sedimentación, lo cual resulta esencial para la caracterización y el diseño de obras de ingeniería.

Por su parte, Das (2001) señala que la granulometría es la técnica empleada para conocer la distribución de los tamaños de las partículas, lo que permite predecir propiedades relacionadas con la permeabilidad, resistencia y compresibilidad del suelo.

Finalmente, la norma ASTM D422 (2017), define la granulometría como el análisis de tamaño de partículas por métodos de tamizado o hidrometría, con el fin de establecer la distribución granulométrica de un material granular.

- **Densidad relativa:** Según Huamán (2023), la densidad relativa, que también se conoce como gravedad específica, es una forma de comparar la densidad de un material con la de otra sustancia de referencia, que suele ser el agua. Se define como la relación entre la densidad del material que estamos analizando y la densidad del agua, ambas medidas a una temperatura y presión determinadas. La densidad relativa se presenta como un número sin unidades, y ese valor nos dice si un material es más o menos denso en comparación

con el agua.

2.2.2. *Mortero*

Según Fernández y Ramírez (2023), el mortero es una mezcla homogénea de aglomerante, agua y áridos, que se utiliza en construcción para unir elementos de albañilería o revestir superficies. Su función principal es actuar como un adhesivo que une ladrillos, bloques u otros elementos de construcción (Jeyanthi y Jenita, 2022). La mezcla suele consistir en un aglomerante, que puede ser cemento, cal o una combinación de ambos; agua, que activa el aglomerante y facilita la mezcla; y áridos, que pueden ser arena u otros materiales granulares que proporcionan volumen y resistencia (Manoharan y Umarani, 2022).

El mortero se utiliza en diversas aplicaciones, como la colocación de ladrillos, la unión de bloques, el revestimiento de paredes y la reparación de superficies. Dependiendo de la composición de la mezcla, el mortero puede variar en resistencia, durabilidad y otras propiedades, lo que lo hace adaptable a diferentes necesidades constructivas (Bayer, 2023).

Según James (2022), un material de construcción contemporáneo importante en la industria de la construcción, en particular los morteros de cal, debido a su uso en la reparación estructural alrededor de estructuras patrimoniales antiguas. Según Fernández y Ramírez (2023), la adición de fibras de polipropileno y resina de pino en el mortero mejora notablemente la adherencia entre el mortero y el ladrillo, lo cual es esencial en muros de albañilería simple en la ciudad de Lima Metropolitana.

García et al. (2021) señalan que la resina de pino, utilizada como aglutinante en el mortero, incrementa la durabilidad y la resistencia a la compresión del adobe, lo que sugiere una mejora similar en morteros tradicionales, además Ribas y Dopazo (2020) también destacan el uso de resina de pino en morteros, subrayando su capacidad para mejorar la cohesión y reducir la permeabilidad, factores cruciales en aplicaciones de construcción y reparaciones, asimismo Martínez (2021) propone el uso de resina de pino en paneles aislantes termoacústicos de

mortero, como una alternativa sostenible a los polímeros sintéticos, debido a las propiedades adhesivas y de mejora mecánica de la resina.

a) Propiedades físicas del mortero

- **Peso unitario:** Según la Norma Técnica Peruana NTP 339.046 (2019), el peso unitario del mortero se define como la relación entre la masa y el volumen de la mezcla en estado fresco o endurecido, ya que este parámetro es fundamental en la albañilería, pues influye en la resistencia, durabilidad y adherencia del mortero a las unidades de mampostería. Además, el peso unitario de los materiales utilizados en la preparación del mortero presenta valores estandarizados. Entre ellos, el cemento Portland tiene un peso unitario de 1,505 kg/m³, mientras que la cal hidratada y la masilla de cal registran valores de 640 kg/m³ y 1,280 kg/m³, respectivamente.

Para realizar este ensayo la Norma Técnica Peruana NTP 339.046 señala que se usan los siguientes aparatos:

1. *Balanza*

Debe tener una precisión de ± 45 g o dentro del 0,3 % de la carga de ensayo, cualquiera sea mayor.

2. *Recipiente de medida cilíndrico*

El recipiente cilíndrico es de acero u otro metal adecuado; capacidades mínimas según tamaño máximo del agregado. El borde superior debe ser liso y plano dentro de 0,3 mm cuando se usa para contenido de aire.

3. *Barra compactadora (varilla de apisonado)*

Es una varilla de acero cilíndrica con punta semiesférica de 16mm de diámetro y 600mm de longitud aproximadamente.

4. *Placa de alisado*

Es una placa plana rectangular, metal (≥ 6 mm) o acrílico (≥ 12 mm), de dimensiones

mayores al diámetro del recipiente; con bordes lisos.

5. Mazo

Es un mazo con cabeza de goma o cuero para golpear los lados del recipiente luego del apisonado.

6. Cuchara

Es una cuchara de tamaño apropiado para tomar la muestra representativa desde el recipiente de muestreo y depositarla sin derrame en la medida.

Procedimiento

Se coloca el mortero en el recipiente de medición usando la cuchara y se hace en tres capas de aproximadamente igual volumen. Cada capa debe ser apisonada con 25 golpes de la barra compactadora. Al apisonar la primera capa se evita que la barra compactadora golpee fuertemente el fondo del recipiente ya que solo debe penetrar su espesor, y para apisonar las capas siguientes la barra compactadora debe penetrar aproximadamente 25mm de su espesor. Luego de que cada capa fue apisonada se debe golpear los lados del recipiente con el mazo de 10 a 15 veces, usando la fuerza apropiada para eliminar burbujas de aire. Luego de agregar la última capa de mortero se procede con el alisado, teniendo en cuenta que debe quedar la superficie del recipiente completamente lleno, nivelado y liso. Finalmente, se realiza la limpieza del mortero en exceso adherido en las paredes exteriores del recipiente de medición y luego se procede a pesar en la balanza para determinar la masa del mortero.

Cálculo

$$\textbf{Peso Unitario} = \frac{(M_c - M_m)}{V_m}$$

M_c: Peso del molde + muestra suelta

M_m: Peso del molde

V_m: Volumen del molde

Resultados

Según el banco de datos proporcionado por la National Ready Mixed Concrete Association las siguientes estimaciones de precisión para este método de ensayo señala que la Densidad o Peso Unitario debe encontrarse de 1842 a 2483 kg/m³.

- Según la MTC E 714 (2016), el peso unitario del mortero se refiere a la masa por unidad de volumen del mortero fresco. También conocido como densidad en algunos contextos, el peso unitario se expresa generalmente en unidades como kilogramos por metro cúbico. La importancia de esta medida en la industria de la construcción y la ingeniería civil radica en la capacidad de evaluar la carga que un mortero ejercerá sobre una estructura.

En cuanto a los agregados, la arena húmeda y suelta posee un peso unitario de 1,280 kg/m³.

Dado que el peso unitario afecta la resistencia a la compresión y la retención de agua del mortero, su control en obra es esencial para garantizar la calidad de la construcción. Además, las especificaciones establecidas que el contenido de aire en el mortero no debe exceder el 12% en mezclas con refuerzo estructural y el 18% en morteros de albañilería sin refuerzo, lo que también influye en la densidad final del material (INDECOPI, 2003).

- **Fluidez:** La Norma Técnica Peruana NTP 334.057 establece un procedimiento para determinar la fluidez del mortero de cemento hidráulico, evaluando el incremento del diámetro de una muestra después de someterla a un número específico de caídas en una mesa de flujo, ya que este método permite estimar la plasticidad relativa y, por lo tanto, la trabajabilidad del mortero, un aspecto clave en la construcción.

Tello (2023) explica que la fluidez es una característica fundamental del mortero, ya que facilita su manejo y determina la calidad en el proceso de asentado de ladrillos, pues mediante el ensayo de fluidez se evalúa la dispersión del mortero bajo condiciones estándar, lo que permite verificar si la mezcla ofrece la trabajabilidad necesaria para lograr una adecuada adherencia y relleno de juntas, además el autor advierte que una fluidez

inadecuada puede comprometer tanto la resistencia como la durabilidad de los muros construidos.

Para realizar este ensayo la Norma Técnica Peruana NTP 334.057 señala que se usan los siguientes aparatos:

1. Mesa de Flujo

Es un aparato de prueba utilizado en laboratorio para medir trabajabilidad y consistencia del mortero.

2. Molde Cónico

Molde cónico de metal o acero donde se coloca la mezcla del mortero sobre la mesa de flujo.

3. Calibrador

Calibrador tipo vernier de metal, resistente a la corrosión donde se visualice claramente su incremento en milímetros.

4. Pisón o Compactador

Pisón de metal o acero de fondo plano.

5. Espátula

De hoja de acero de 100mm a 150mm de longitud con bordes rectos.

6. Regla

Es una regla de metal de 200mm aproximadamente de longitud y su espesor debe encontrarse entre 1.5mm y 3.5mm.

Procedimiento

Se limpia y seca la plataforma de la mesa de flujo, luego se coloca el molde cónico de fluidez al centro y dentro de este se coloca una capa de mortero de 25mm de espesor aproximadamente para luego compactarlo 20 veces con el pisón. Al realizar el llenado de la siguiente capa se realiza el mismo procedimiento conforme lo ya indicado en la primera

capa. Paso siguiente, se enrasa y se retira el exceso de mortero con ayuda de una espátula. Se limpia y seca la mesa de fluidez teniendo especial cuidado de retirar cualquier residuo de mortero y agua que esté alrededor de la base del molde. Despues de un minuto de terminado el mezclado, se quita el molde haciendo un movimiento vertical y de inmediato se deja caer la mesa desde una altura de 12.7mm con una tolerancia de $\pm 0.13\text{mm}$ durante 15 segundos por 25 veces, a menos que otra sea la especificación. Finalmente se usa el calibrador tipo vernier para medir los diámetros obtenidos del mortero a través de las líneas marcadas en la mesa de flujo.

Cálculo

La fluidez es el incremento en promedio del diámetro base de la muestra, expresado como porcentaje del diámetro de la base original. El diámetro de la base se medirá usando 4 veces el calibrador tipo vernier y finalmente se registrará el diámetro promedio.

$$\% \text{Fluidez} = \frac{\text{Diámetro promedio} - \text{Diámetro inicial}}{\text{Diámetro inicial}} \times 100$$

Resultados

Según la Norma Técnica Peruana 339.046, ASTM C1437, los valores idóneos de fluidez del mortero deben estar entre el 110 % y 130 % en el ensayo de mesa de fluidez.

Interpretación:

- Menos de 110 %: el mortero es demasiado seco o rígido → difícil de colocar, mala adherencia.
- Entre 110 % y 130 %: fluidez adecuada → buena trabajabilidad y cohesión.
- Más de 130 %: exceso de agua → pérdida de resistencia y posible segregación.

b) Propiedades mecánicas

- **Resistencia a la compresión:** De acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 334.051 (2022), la resistencia a la compresión es una de las características clave del mortero, porque es lo que le permite aguantar cargas sin sufrir daños en la estructura, ya que esta propiedad está influenciada por varios aspectos, como la proporción de agua y cemento, la calidad de los agregados, la granulometría y el método de curado.

De acuerdo con la MTC E 609 (2016), la resistencia mecánica se define como la capacidad de un material para soportar cargas o fuerzas sin experimentar deformaciones excesivas o daños, ya que en el contexto del mortero utilizado en la construcción, esta propiedad resulta fundamental, pues permite evaluar su capacidad para resistir tensiones, compresiones y otras fuerzas externas, determinando así su idoneidad y desempeño estructural, de modo que la resistencia mecánica del mortero se mide a través de solicitudes concretas, tales como solicitudes de compresión, que determinan la habilidad del mortero para resistir fuerzas de compresión. Según Diaz et al. (2020), la resistencia mecánica del mortero depende en gran medida de la proporción y calidad de los ingredientes utilizados en su mezcla, como el tipo y la cantidad de aglomerante (cemento, cal), la granulometría y calidad de los áridos (arena) y la relación agua-aglomerante.

Para realizar este ensayo la Norma Técnica Peruana NTP 334.051 señala que se usan los siguientes aparatos:

1. Balanza

Debe tener precisión y exactitud para una carga mínima total de 2000gr.

2. Probeta de Vidrio

De tamaño suficiente grande para medir el agua de mezcla en una sola operación; donde se permitirá una variación de $\pm 2\text{mL}$.

3. Moldes para especímenes

Los moldes son cúbicos de 50mm y no deben de tener más tres compartimientos ni estar separados en no más de 3 partes. Los moldes deben ser fabricados de un metal duro no atacable por la mezcla del cemento, teniendo en cuenta que las paredes deben ser lo suficientemente rígidas para prevenir ensanchamiento o deformación.

Las caras interiores de los moldes deben ser superficies planas, con una variación máxima permisible conforme a las tolerancias indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 1

Variaciones permisibles de los moldes cúbicos.

| Parámetro | Moldes cúbicos de 2 pulg | | Moldes cúbicos de 50 mm | |
|------------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| | Nuevo | En uso | Nuevo | En uso |
| Planitud de distancia | <0.001 pulg | <0.002 pulg | <0.025 mm | <0.05 mm |
| Distancia entre los lados opuestos | 2 pulg \pm 0.005 | 2pulg \pm 0.02 pulg | 50 mm \pm 0.13 mm | 50 mm \pm 0.50 mm |
| Altura de cada compartimiento | 2 pulg + 0.01 pulg a -0.005 pulg | 2pulg + 0.01 pulg a -0.015 pulg | 50 mm + 0.25 mm a -0.13 pulg | 50 mm + 0.25 mm a -0.38pulg |
| Angulo entre caras adyacentes | 90° \pm 0.5° | 90° \pm 0.5° | 90° \pm 0.5° | 90° \pm 0.5° |

Fuente. Tabla 1. NTP 334.051.

La resistencia a la compresión del mortero de cemento hidráulico se evalúa mediante ensayos en especímenes cúbicos de 50 mm de lado, ya que el método de ensayo consiste en preparar una mezcla con una proporción estándar de 1 parte de cemento y 2,75 partes de arena, la cual se compacta en moldes cúbicos y se somete a un proceso de curado, posteriormente los especímenes se ensayan a diferentes edades, usualmente 1, 3, 7 y 28 días, mediante la aplicación de una carga axial en una máquina de compresión (INACAL, 2022).

4. Mezcladora

Mezcladora mecánica con mando eléctrico.

5. Compactador

Compactador de material no absorbente de fondo plano y ángulo recto, que tendrá una sección transversal de $13\text{ mm} \pm 1.6\text{ mm}$ por $25\text{ mm} \pm 1.6\text{ mm}$ y una longitud de 120 mm a 150 mm.

6. Badilejo

Tiene una hoja de acero de 100 mm a 150 mm de longitud con bordes rectos.

7. Cuarto de curado

Lugar para curar apropiadamente los especímenes cúbicos de 50mm.

8. Máquina de ensayo

La máquina de ensayo puede ser hidráulica o mecánica, con suficiente abertura entre las superficies de apoyo para que permita el uso de aparatos de verificación. La carga aplicada al espécimen debe indicarse con exactitud de $\pm 1.0\%$. La máquina de compresión será verificada y contará con certificado de calidad.

Procedimiento

Se limpia y engrasa con una capa de delgada de aceite o lubricante para evitar que el mortero se adhiera a las paredes de los moldes cúbicos. Para la preparación del mortero deberá utilizarse cemento, arena y agua. Usar el contenido de agua necesario para que su fluidez sea 110 ± 5 . Se completa la consolidación del mortero en los moldes por apisonado manual, la primera capa de mortero deberá tener un espesor de 25mm aproximadamente y será apisonado 32 veces durante 10 segundos; para la capa siguiente se realizará el mismo procedimiento. Finalmente, se enrasta y se limpia cuidadosamente los restos de mortero que puedan tener las paredes externas del molde, para luego dejar todas las muestras dentro del cuarto de curado y recién a las 24 horas se les retirará los moldes para sumergirlos en

agua, la que debe ser almacenada de manera limpia y cambiarla cuando sea requerido.

Determinación de la resistencia a la compresión

Se ensayan los especímenes inmediatamente después de retirarlos de la cámara húmeda, en el caso de ensayarlos a las 24 horas de edad.

Cálculo

Se anota la carga máxima total indicada por la máquina de ensayo a compresión y se calcula la resistencia a la compresión de la siguiente manera:

$$fm = \frac{P}{A}$$

fm: es la resistencia a la compresión

P: es la carga máxima total

A: es el área de la superficie de carga

Resultados

Según la Norma Técnica Peruana 339.610, los valores idóneos de la resistencia a la compresión para un mortero se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 2

Valores de la resistencia a la compresión de morteros.

| Mortero | Tipo | Uso | Resistencia a la compresión promedio a los 28 días. Mpa (lb/pulg ²) | Retención de agua, mín % | Contenido de aire, máx % | Índice de agregado (medido en la condición húmeda suelta) |
|-----------------|------|--|---|--------------------------|--------------------------|---|
| Mortero Cemento | M | Albañilería estructural, cimentaciones | ≥17.2 Mpa (175kg/cm ²) | 75 | 12 | |

| | | | | | |
|---|--|--|----|----|---|
| S | Muros portantes, sobreimientos | $\geq 12.4 \text{ Mpa}$ (126.4 kg/cm^2) | 75 | 12 | No menos que $2 \frac{1}{4}$ y no más que $3 \frac{1}{2}$ veces la suma de los volúmenes separados de los materiales cementosos |
| N | Albañilería no estructural, tarajeo exterior | $\geq 5.2 \text{ Mpa}$ (53.0 kg/cm^2) | 75 | 14 | |
| O | Enlucidos interiores, rellenos | $\geq 2.4 \text{ Mpa}$ (24.5 kg/cm^2) | 75 | 14 | |

Fuente. Tabla 2. Especificación por propiedades. NTP 399.610.

Interpretación:

Para la elaboración de esta tesis se consideró el tipo de mortero para muros portantes, el cual forma parte de la clasificación de Mortero Tipo S, según la NTP 399.610, donde establece que su resistencia debe ser $\geq 12.4 \text{ Mpa.}$, es decir $\geq 126.4 \text{ kg/cm}^2$.

- **Adherencia:** De acuerdo con Alvarez y Jordán (2023), la adherencia es clave para asegurar la unión efectiva entre las piezas de albañilería, ya que su ausencia puede provocar deslizamientos y reducir la capacidad estructural del muro.

Este ensayo se elaboró de acuerdo a la Norma Chilena Oficial NCh 167.Of2001: Construcción – Ladrillos cerámicos – Ensayos, cuyos parámetros describen las pruebas a realizar en ladrillos cerámicos; es decir, en unidades de albañilería elaborados de arcilla cocida, tomando como referencia la norma ASTM C 67:1998.

Entre los ensayos que se constituyen en la mencionada normativa, se tiene el de Adherencia a cizalle, que determina la resistencia por adherencia. Este ensayo consiste en someter probetas formadas por tres ladrillos de arcilla cocida pegados con un mortero normalizado a esfuerzo de cizalla;

Según lo indica la norma NCh 169, la adherencia mínima por tipo de ladrillo se da conforme a su clasificación entre cerámicos artesanales y los industriales. Para el caso de las unidades cerámicas artesanales, la adherencia mínima debe ser de 0.18MPa; mientras que para las unidades industriales la norma antes mencionada especifica valores mínimos según otras características de los ladrillos, tal como se muestra en la tabla 3:

Tabla 3

Características de los ladrillos cerámicos

| Requisitos mecánicos | Grados de ladrillos cerámicos | | | | | | |
|---|-------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|
| | Clases de ladrillos cerámicos | | | | | | |
| | MqM | MqP | MqH | MqP | MqH | MqP | MqH |
| Resistencia a la compresión, mínima (Mpa) | 15 | 15 | 15 | 11 | 11 | 5 | 5 |
| Absorción de agua, máxima % | 14 | 14 | 14 | 16 | 16 | 18 | 18 |
| Adherencia, mínima (Mpa) (área neta) | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.35 | 0.35 | 0.30 | 0.25 |

NOTA - Los requisitos de los ladrillos cerámicos artesanales son tratados en NCh2123

Fuente: Nch169.Of2001 – Norma Chilena Oficial: Construcción – Ladrillos cerámicos – Clasificación y requisitos.

De donde:

(MqM) – Ladrillos macizos hechos a máquina: Unidades macizas sin perforaciones ni huecos. Generalmente no se fabrican en Chile, pero si son requeridos, se usan los artesanales.

(MqP) – Ladrillos perforados hechos a máquina: Cuyo volumen de perforaciones o huecos es menor al 50% del volumen de la unidad y son usados generalmente para albañilería armada o confinada.

(MqH) – Ladrillos huecos hechos a máquina: Cuyo volumen de perforaciones o huecos es mayor o igual al 50% del volumen de la unidad y son usados generalmente para tabiquería no estructural.

Procedimiento

El procedimiento para el ensayo que determina los valores de la adherencia, explicado en la normativa chilena, inicia con la preparación de probetas para lo cual previamente los ladrillos se saturan por inmersión en agua durante 30min. Para su asentado, según lo sugiere la norma, el mortero debe elaborarse en una proporción 1:3 (c:a), siendo la arena de un tamaño máximo de 2.5mm y usándose una relación de agua/cemento de 0.60. Preparado el mortero y con los ladrillos saturados, se elaborará la pieza de ensayo de tres unidades de albañilería sobre una superficie plana, aplicando capas de mortero de manera homogénea y ejerciendo una presión uniforme de modo que el espesor de mortero quede de 10mm. Las probetas ya elaboradas deberán conservarse cubiertas a temperatura ambiente hasta ser ensayadas.

Ya que es necesaria una prensa provista de rótula con platos de acero para la prueba, previamente, se debe hacer el refrentado de las bases de carga con una pasta de cemento-yeso en proporciones 1:1, cuyos espesores de capa no deben superar los 10mm y con una anticipación de 48h.

Durante el ensayo se debe verificar el empleo de una carga repartida uniformemente. La prensa debe permitir que las cargas aplicadas puedan tener una aproximación de $\pm 2\%$, controlando su velocidad para que no sea mayor de 1MPa por minuto.

Los resultados serán calculados analizándose los valores obtenidos de cada probeta individualmente, así como el promedio de todas, obteniéndose la Resistencia por adherencia de las unidades de albañilería y consecuentemente la del mortero.

Cálculo

El cálculo de los resultados se mide mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{P}{S}$$

Donde:

A= adherencia medida MPa;

P= carga máxima medida en N;

S= área total de las superficies de pega medida en mm².

Para nuestra investigación, el ensayo realizado tuvo una muestra de 12 probetas en total, obteniéndose resultados cuyas comparaciones de resistencias a la adherencia entre la muestra patrón y las muestras con adición de resina de pino en 1%, 1.5% y 2 % denotan un incremento progresivo importante al adicionar este aditivo con mayor porcentaje, determinándose el 2% de adición de resina de pino como el mejor para esta prueba ya que la muestra patrón presentó una resistencia por adherencia de 8.9 kg/cm², mientras que la muestra con resina de 2% alcanzó 11.3 kg/cm², siendo el mayor valor, lo que representa una mejora aproximada del 27 % respecto a la condición sin resina. Este resultado evidencia que la resina de pino, además de mejorar la resistencia a la compresión, incrementa significativamente la adherencia del material, lo que puede beneficiar el comportamiento estructural y la durabilidad en aplicaciones prácticas.

Además, evaluando los resultados respecto a lo mínimo requerido en la Tabla 3, se obtienen valores que sobrepasan favorablemente lo establecido.

- Resistencia de diagonal de murete de albañilería: Según la Norma Técnica Peruana NTP 399.621 (2013), La resistencia diagonal de muretes de albañilería es un parámetro clave en la evaluación de su capacidad para resistir esfuerzos de corte. Este ensayo permite determinar el comportamiento estructural de muros y muretes bajo cargas diagonales, proporcionando información sobre la adherencia entre el mortero y las unidades de albañilería, así como sobre la influencia de las juntas de mortero en la transmisión de esfuerzos.

El método de ensayo para la determinación de la resistencia diagonal en muretes de albañilería establece la aplicación de una carga compresiva diagonal en una muestra de ensayo con el objetivo de simular los esfuerzos de corte que experimentan los muros en condiciones sísmicas o de carga lateral. Este ensayo permite evaluar la capacidad de absorción de energía y la ductilidad del sistema constructivo (INDECOPI, 2013).

Para realizar este ensayo la Norma Técnica Peruana NTP 399.621 señala que se usan los siguientes equipos:

1. Máquina de ensayo

La máquina de ensayo debe tener suficiente capacidad de carga en compresión para que al aplicarse la carga sea de manera continua sin intermitencias.

2. Escuadras de carga

Se utilizarán dos escuadras de carga de acero para aplicar la carga de la máquina al murete y la longitud de apoyo no será mayor que la altura de la unidad de albañilería o de 152mm.

También se detalla los especímenes de ensayo

1. Por tamaño y forma

Los especímenes serán muretes cuadrados de dimensión mínima de 600x600 mm, abarcando por lo menos dos unidades enteras de albañilería por hilada.

2. Número de especímenes

Los ensayos se harán en por lo menos tres muretes iguales, construidos utilizando la misma unidad de albañilería, mortero y mano de obra.

3. Curado

Después de la construcción, los muretes no deberán movidos durante 7 días y serán almacenados al aire en el laboratorio durante 28 días a una temperatura fresca, libre de corrientes de aire.

4. Unidades de albañilería

Las unidades de albañilería deberán ser muestradas y ensayadas de acuerdo con los procedimientos respectivos si son para unidades de concreto o de arcilla.

Procedimiento

Se coloca las escuadras de carga en la parte inferior y superior de manera que estén centradas dentro de la máquina de ensayo. Luego se coloca el murete centrado y a plomo sobre una cama de refrentado de yeso que se colocará sobre la escuadra inferior de carga. Finalmente, se aplica una carga de compresión a lo largo de la diagonal del murete, provocando una falla por tracción diagonal o corte. El registro del fallo permite determinar la resistencia a la compresión diagonal del conjunto de albañilería (unidades + mortero + juntas). El ensayo debe realizarse bajo condiciones de carga controlada, sin impactos, y aplicando la carga de forma continua hasta el fallo.

Cálculo

Para calcular el esfuerzo cortante en los muretes sobre la base del área bruta de la diagonal cargada se realiza la siguiente ecuación:

$$Vm = \frac{0.707P}{Ab}$$

Vm: es el esfuerzo cortante sobre el área bruta

P: es la carga aplicada

A: es el área bruta del murete

$$Ab = \frac{(l + h)}{2} \times t$$

l: es el largo del murete

h: es la altura del murete

t: es el espesor total del murete

Resultados

Según la Norma Técnica Peruana 399.621, no establece un rango definitivo para el valor del esfuerzo de corte en el ensayo diagonal de murete, sin embargo, al haber usado el ladrillo de arcilla tipo King Kong 18 huecos, la norma E.070 – Albañilería, establece que el valor del esfuerzo cortante para este tipo de unidad de albañilería con uso de mortero tipo N o S promedio es de 1.5 a 3.0 kg/cm².

CAPITULO III:

METODOLOGÍA

Capítulo III: METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de la investigación

Según Arias y Covinos (2021), la investigación cuantitativa es un método que se enfoca en juntar y analizar datos, especialmente aquellos que son numéricos y estadísticos, para poner a prueba hipótesis o teorías que ya se han propuesto, ya que este tipo de investigación se distingue por tener una estructura bastante rigurosa y objetiva, pues utiliza técnicas específicas de medición y análisis para encontrar patrones y relaciones causales entre las diferentes variables. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, ya que se enfocó en recopilar y analizar datos numéricos para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del mortero al que se le añadió resina de pino, pues se utilizaron métodos experimentales y se emplearon fichas de observación para medir el impacto sobre las propiedades físicas y mecánicas, como la resistencia a la compresión, adherencia y resistencia de diagonal de murete, probando diferentes porcentajes de resina (0 %, 1 %, 1.5 % y 2 %).

Se analizaron estos datos utilizando un análisis de varianza (ANOVA) para comprobar la hipótesis. Esto es bastante típico en un enfoque cuantitativo. Mediante estas herramientas, se pudo ver el impacto significativo que tenía la resina en el mortero y también se logró identificar el porcentaje ideal que mejoraba sus propiedades. Además, se compararon los costos del mortero con resina frente al mortero convencional, lo que dio resultados concretos que respaldaron las conclusiones de la investigación.

3.2. Método de la investigación

Según Arias y Covinos (2021), la investigación aplicada se alimenta de la investigación básica o pura, aprovechando la teoría para solucionar problemas reales. Se apoya en los hallazgos y soluciones que surgen del objetivo del estudio, y es algo que se ve con frecuencia en áreas como la medicina y la ingeniería. Además, puede tener un enfoque explicativo o predictivo, lo que significa que no solo intenta entender lo que sucede, sino que también busca anticipar cómo

pueden evolucionar esos fenómenos y qué aplicaciones podrían tener.

Esta investigación se considera aplicada porque utiliza conocimientos científicos y técnicos para abordar un problema específico en la construcción. En este caso, se evaluó cómo la resina de pino influye en las propiedades físicas y mecánicas del mortero, con el objetivo de mejorar su rendimiento, particularmente en Nuevo Chimbote. Los resultados obtenidos, como la determinación del porcentaje idóneo de resina para mejorar el mortero y la comparación de costos con el material tradicional, tienen un impacto directo en la práctica constructiva. Estos hallazgos ofrecen soluciones concretas para la industria, lo que refuerza el carácter aplicado de la investigación, ya que busca responder a una necesidad real y transferir sus beneficios al sector de la construcción.

Según Arias y Covinos (2021), el alcance explicativo de una investigación se refiere a qué tan bien se pueden establecer relaciones de causa y efecto entre las variables analizadas. Este tipo de estudio busca identificar y medir cómo una o más variables independientes influyen en una o más variables dependientes.

Esta investigación se enmarca en un nivel explicativo, ya que no solo se centró en describir las propiedades físicas y mecánicas del mortero con adición de resina de pino, sino que también buscó comprender y explicar los efectos observados. Al incorporar distintos porcentajes de resina y analizar su impacto en la resistencia a la compresión, resistencia a la compresión en prismas de albañilería y resistencia de diagonal de murete, se logró identificar las razones detrás de las mejoras en sus propiedades, ya que para respaldar estos hallazgos se emplearon métodos estadísticos como el análisis de varianza (ANOVA), herramientas clave para determinar la significancia de los resultados y establecer relaciones causales entre la adición de resina y el desempeño del material, además la comparación de costos entre el mortero con resina y el convencional permitió evaluar su viabilidad económica, proporcionando un análisis integral que no solo considera la mejora en las propiedades del material, sino también su aplicabilidad

en la construcción.

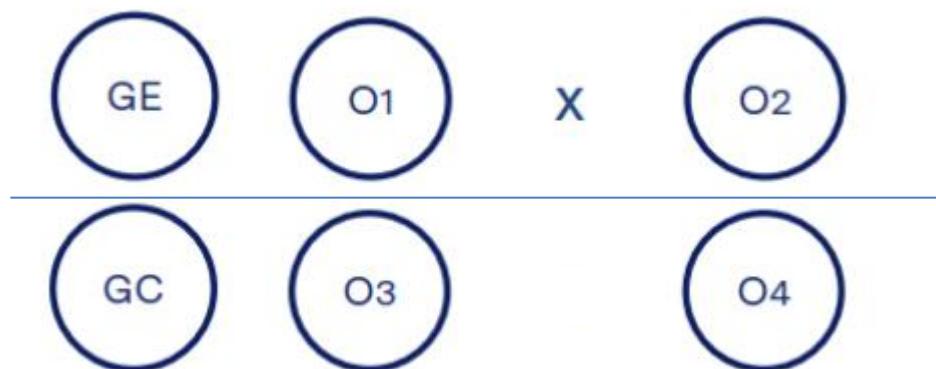
3.3. Diseño de la investigación

Según Arias y Covinos (2021), el diseño de investigación cuasiexperimental es un enfoque en el que se cambia una variable independiente para ver cómo afecta a una variable dependiente, pero sin repartir a los participantes al azar entre los grupos. Este tipo de estudio se emplea cuando por razones éticas o prácticas no se puede hacer una asignación aleatoria.

La investigación desarrolló un diseño de investigación cuasiexperimental, teniendo un grupo control (mortero convencional) y un grupo experimental (mortero con resina de pino). A continuación, se exhibió el esquema del diseño de la investigación:

Figura 1

Esquema del diseño de investigación – Cuasi experimental



Donde:

GE: grupo experimental (Mortero con resina de pino)

GC: grupo control (Mortero convencional)

X: estímulo

O1 y O3: observaciones de la variable dependiente pre estímulo

O2 y O4: observaciones de la variable dependiente post estímulo

3.4. Población y muestra

Según Arias y Covinos (2021), la población se define como un conjunto finito o infinito de sujetos con características similares, delimitados por el investigador según la definición formulada en el estudio. Los términos población y universo pueden usarse indistintamente, ya que ambos comparten las mismas características.

Según Arias y Covinos (2021), la muestra es un subgrupo representativo de la población, seleccionada para recolectar datos y obtener conclusiones aplicables a toda la población. Además, la muestra puede ser probabilística, donde cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado, o no probabilística, elegida en función de criterios específicos relacionados con el estudio.

En este estudio, la población y la muestra coincidieron, por lo que el tipo de muestreo empleado fue censal. Este consiste en incluir la totalidad de los elementos que conforman la población de estudio, sin realizar la selección de una parte o subconjunto (Arias y Corvinos, 2021). La conformación de la muestra se detalló en la siguiente tabla:

Tabla 4

Muestra de la investigación

| Propiedades físicas y mecánicas | Días | Dosificación (%) | | | |
|---------------------------------|------|-------------------|----|-----|---|
| | | 0 | 1 | 1.5 | 2 |
| Peso unitario | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Fluidez | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 7 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Resistencia a la compresión | 14 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 28 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Adherencia | 28 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Diagonal de Muretes | 28 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Cantidad por elaborar | | | 84 | | |

Nota. 84 especímenes de mortero.

En la investigación se elaboraron un total de 84 especímenes de mortero para la evaluación de propiedades físicas y mecánicas, de acuerdo con lo presentado en la Tabla 1, ya que para las propiedades de peso unitario y fluidez se prepararon 3 especímenes por cada dosificación de resina de pino (0 %, 1 %, 1.5 %, 2 %), para la resistencia a la compresión se consideraron ensayos a los 7, 14 y 28 días, elaborando 3 especímenes por cada dosificación y cada tiempo de curado, asimismo para la adherencia y la resistencia de diagonal de muretes se prepararon también 3 especímenes para cada dosificación evaluada, sumando un total de 84 especímenes para toda la campaña experimental.

3.5. Operacionalización o categorización de las variables de estudio

3.5.1. Variable Independiente

Resina de pino

3.5.2. Variable dependiente

Mortero.

3.5.3. Definición Conceptual

Variable Independiente: Resina de pino, se definió conceptualmente como una resina natural que se obtiene mediante la destilación de la goma de pino. Está compuesto por una mezcla de ácidos resínicos, siendo el ácido abiético el componente mayoritario. Este producto tiene la propiedad de ser soluble en cetonas, diluyentes orgánicos, alcohol, gasolinas, trementinas e hidrocarburos aromáticos (Insumos Químicos Perú, 2023).

Variable Dependiente: Mortero, se definió conceptualmente como una mezcla compuesta principalmente por cemento, agregado fino y agua. La función principal de esta mezcla es proveer adhesión completa, fuerte y durable entre las unidades de albañilería (Gallegos & Casabonne, 2005).

3.5.4. Definición Operacional

Variable Independiente: Operacionalmente, La resina de pino se adquirió en la región Lima,

teniendo una presentación sólida similar a piedras de forma y tamaño irregular, contenidas en bolsas de 5 kg. Detallando que antes de usar la resina de pino, esta se tuvo previamente que triturar y tamizar, utilizando finalmente la muestra obtenida que pasa el tamiz N°200. Para luego dosificarla como el porcentaje en peso de la resina de pino con respecto al peso de cemento en la mezcla de mortero.

Variable Dependiente: Operacionalmente, para evaluar al mortero, se incorporará resina de pino como aditivo durante su preparación, variando los porcentajes en 0 %, 1 %, 1.5 % y 2 % para analizar el impacto en sus propiedades físicas y mecánicas, ya que las características físicas del mortero se medirán a través de pruebas específicas, incluyendo la determinación del peso unitario y fluidez durante la fase fresca, por otro lado las propiedades mecánicas se evaluarán mediante pruebas de resistencia a la compresión, adherencia y resistencia de diagonal de murete en la etapa endurecida.

3.5.5. Dimensiones

Para la Variable Independiente: Resina de pino

Dimensiones e Indicadores:

- Granulometría: La granulometría de la resina de pino se analizó utilizando los protocolos de laboratorio y según la Norma Técnica Peruana NTP 400.012 (2021).
- Densidad relativa: La densidad relativa se determinó a través de la ficha técnica del proveedor y se evaluó en una escala de razón.

Para la Variable dependiente: Mortero

Dimensiones e Indicadores:

Propiedades físicas del mortero:

- Peso unitario: El peso unitario del mortero se determinó a través de protocolos de laboratorio conforme a la norma NTP 399.610 (2018) y la norma ASTM C 29, evaluándose en una escala de razón.

- Fluidez: La fluidez en el mortero se midió utilizando protocolos de laboratorio de acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 334.057 (2016) y la norma ASTM C 1437, evaluándose en una escala de razón.

Propiedades mecánicas del mortero:

- Resistencia a la compresión: Se evaluó mediante protocolos de laboratorio según la norma NTP 334.051, utilizándose una escala de razón.
- Adherencia: Se determinó usando protocolos de laboratorio conforme a la norma NCh 167 OF. 2001, y se evaluó en una escala de razón.
- Resistencia de diagonal de murete de albañilería: Se determinó usando protocolos de laboratorio conforme a la norma NTP 399.621, y se evaluó en una escala de razón.

3.6. Técnica e Instrumentos de recolección de datos

Arias y Corvinos (2021) señalaron que la observación directa y las fichas de observación son herramientas eficaces para documentar características específicas de los materiales estudiados, garantizando precisión y detalle en la recolección de datos.

En la investigación se empleó la observación directa como técnica y fichas de observación como instrumentos. La utilización de fichas de observación se ajustó a los protocolos de laboratorio como instrumento en esta investigación, riñéndose a la normativa vigente para asegurar la calidad y la consistencia en la recopilación de datos:

- Protocolos de laboratorio- NTP 399.610, para determinar el peso unitario del mortero.
- Protocolos de laboratorio - NTP 334.057, para determinar la fluidez del mortero.
- Protocolos de laboratorio - NTP 334.051, para determinar la resistencia a la compresión del mortero.
- Protocolos de observación - NCh 167 OF. 2001, para determinar la adherencia en especímenes de albañilería.
- Protocolos de observación - NTP 399.621, para determinar la resistencia de diagonal de

murete de albañilería.

Durante la recolección de los datos experimentales, se garantizó la confiabilidad de los resultados mediante el uso exclusivo de equipos calibrados, cuya verificación fue realizada por el laboratorio responsable, además se documentó cada procedimiento con un panel fotográfico, asegurando la transparencia y trazabilidad de todas las etapas del ensayo, de modo que esta rigurosidad permitió minimizar los posibles errores de medición y fortalecer la calidad de la información obtenida.

En cuanto a la validación de los datos, el proceso estuvo a cargo del jefe de laboratorio, un ingeniero con amplia experiencia en ensayos de materiales de construcción, cuyo conocimiento y criterio profesional, respaldados por años de trabajo especializado, avalaron la consistencia y veracidad de los datos recolectados, otorgando mayor robustez y credibilidad a los resultados presentados en la investigación.

3.7. Técnicas de análisis de resultados

Según Arias y Corvino (2021), la estadística descriptiva permite estructurar, condensar y exponer mediante tablas, gráficos y medidas numéricas (como medias y desviaciones estándar) la información sobre las propiedades físicas, mecánicas y costos del mortero con diferentes porcentajes de resina de pino, facilitando la interpretación preliminar de los resultados obtenidos.

La estadística descriptiva se utilizó para organizar y resumir los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, permitiendo visualizar y comparar las propiedades físicas y mecánicas del mortero con diferentes porcentajes de resina de pino, pues se emplearon tablas, gráficos y medidas estadísticas que facilitaron la identificación de tendencias, comportamientos y variaciones entre los grupos evaluados, de modo que esta aproximación permitió analizar con claridad el desempeño de cada dosificación, sirviendo como base para el análisis posterior y

para la toma de decisiones en la investigación.

Por su parte, la estadística inferencial utiliza procedimientos matemáticos y pruebas estadísticas para comparar grupos, identificar diferencias significativas y extraer conclusiones a una población más amplia, proporcionando solidez científica al análisis de la influencia de la resina y a la determinación del porcentaje idóneo de adición (Arias y Corvino, 2021).

La estadística inferencial se aplicó para analizar si las diferencias observadas entre los grupos de mortero con distintos porcentajes de resina de pino eran estadísticamente significativas, ya que se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) como prueba de hipótesis, lo cual permitió comparar las medias de los diferentes grupos y determinar si el porcentaje de resina de pino influía de manera significativa en las propiedades físicas, mecánicas y el costo del mortero, así esta aproximación permitió fundamentar las conclusiones del estudio con evidencia estadística robusta, contribuyendo a la identificación del porcentaje idóneo y respaldando la toma de decisiones técnicas.

CAPITULO IV:

RESULTADOS Y

DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 *Propiedades físicas de la resina de pino*

La resina de pino utilizada en la presente investigación fue adquirida en el departamento de Lima, en una cantidad aproximada de 5 kg, debidamente empacada en una bolsa sellada que garantizaba la conservación de sus características originales. En su presentación inicial, la resina se observó como un material sólido con apariencia pedregosa y textura compacta, lo cual dificultaba su incorporación directa al mortero. Por tal motivo, fue necesario someterla a un proceso de acondicionamiento físico, que incluyó la trituración manual, pulverización y posterior tamizado, con la finalidad de transformar el material en partículas más finas y homogéneas. El procedimiento permitió obtener un polvo pasante de la malla N°200, condición indispensable para asegurar su adecuada dispersión dentro de la mezcla de mortero convencional.

A continuación, se presentó el ensayo granulométrico de la muestra de resina de pino ensayado, obteniéndose lo siguiente:

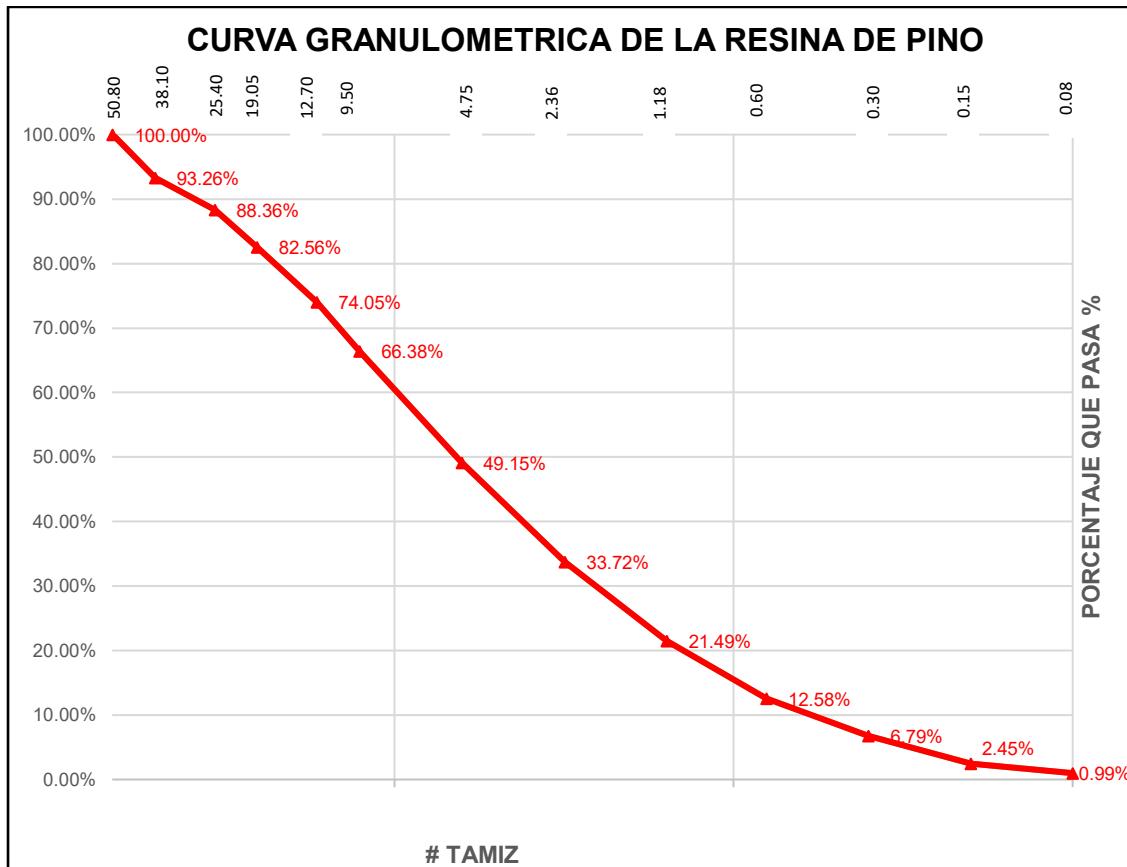
Tabla 5

Granulometría de la resina de pino

| MALLA US ESTANDAR | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | AGREGADO FINO | | |
|-------------------|---------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------|
| | | | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % PASANTE ACUMULADO |
| 2" | 50.800 | | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 1 1/2" | 38.100 | 247.50 | 6.74% | 6.74% | 93.26% |
| 1" | 25.400 | 180.10 | 4.90% | 11.64% | 88.36% |
| 3/4" | 19.050 | 213.00 | 5.80% | 17.44% | 82.56% |
| 1/2" | 12.700 | 312.60 | 8.51% | 25.95% | 74.05% |
| 3/8" | 9.500 | 281.80 | 7.67% | 33.62% | 66.38% |
| # 4 | 4.750 | 632.90 | 17.23% | 50.85% | 49.15% |
| # 8 | 2.360 | 567.20 | 15.44% | 66.28% | 33.72% |
| # 16 | 1.180 | 449.20 | 12.23% | 78.51% | 21.49% |
| # 30 | 0.600 | 327.30 | 8.91% | 87.42% | 12.58% |
| # 50 | 0.300 | 212.50 | 5.78% | 93.21% | 6.79% |
| # 100 | 0.150 | 159.70 | 4.35% | 97.55% | 2.45% |
| # 200 | 0.075 | 53.70 | 1.46% | 99.01% | 0.99% |
| Cazoleta | | 36.20 | 0.99% | 100.00% | 0.00% |

Figura 2

Curva granulométrica de la resina de pino



A fin de garantizar la adecuada mezcla de este material y comprobar su potencial para la investigación, se procedió a realizarle la prueba granulométrica señalada, con el propósito de analizar y describir la distribución del tamaño de las partículas que conforman la resina de pino. Este procedimiento permitió establecer una de sus propiedades físicas fundamentales, proporcionando así un criterio técnico para su comparación con los agregados convencionales y su posterior influencia en el comportamiento del mortero. De esta manera, la resina de pino pudo ser dosificada en diferentes porcentajes de adición, garantizando una integración uniforme con los demás componentes y evitando posibles irregularidades en la mezcla que pudieran alterar los resultados experimentales, por lo que, se seleccionó únicamente la porción que logró pasar a través del tamiz N° 200, la cual corresponde a partículas finas aptas para su incorporación en porcentajes específicos dentro del mortero.

4.1.2 Propiedades físicas y mecánicas del mortero con adición de resina de pino en distintos porcentajes (0%;1%;1.5%;2%).

Para la determinación de la dosificación del mortero, la Norma Técnica E.070 “Albañilería” establece que el Mortero Tipo P1 se emplea en la construcción de muros portantes, debido a que estos cumplen una función estructural fundamental al resistir y transmitir cargas verticales y horizontales.

Si bien la norma contempla el uso de cal hidratada en la dosificación, en algunos casos se opta por elaborar el mortero únicamente con cemento, arena y agua, lo cual sigue siendo válido siempre que se cumpla con los requisitos de resistencia. En este caso, la proporción típica recomendada es:

- 1 parte de cemento
- 3.5 partes de arena

La cantidad de agua debe determinarse en función de la trabajabilidad necesaria en obra, cuidando que la relación agua/cemento (a/c) no sea excesiva para no afectar la resistencia final.

Para nuestro caso de estudio, la cantidad de agua fue determinada mediante los resultados obtenidos en porcentaje del ensayo de fluidez, de acuerdo a la normativa NTP 334.057 obteniéndose como cantidad en peso el 15% respecto de los pesos de cemento más el agregado fino.

En el proceso de determinación de la dosificación se deben considerar los siguientes aspectos:

- El cemento debe cumplir con la NTP 334.009 (Cemento Portland).
- La arena debe ser limpia, libre de arcilla, sales o materia orgánica, con granulometría que asegure un mortero denso y resistente.
- El agua debe ser potable o cumplir con los límites establecidos en la norma para evitar reacciones indeseadas.

Una vez seleccionados los materiales, se elaboran mezclas de prueba en laboratorio para verificar que el mortero alcance la resistencia mínima exigida por la E.070, garantizando así un desempeño adecuado en la construcción de muros portantes.

De esta forma, el Mortero Tipo P1 sin cal sigue cumpliendo con las exigencias normativas, siempre y cuando se controle adecuadamente la proporción cemento-arena-agua, asegurando resistencia, durabilidad y trabajabilidad.

Tabla 6

Tipos de Mortero

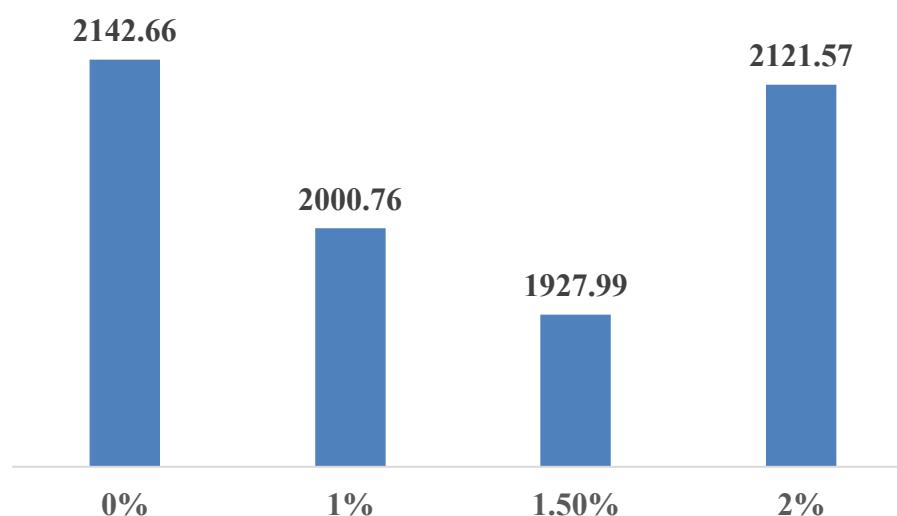
| TIPO | TIPOS DE MORTERO | | | USOS |
|------|------------------|---------|-----------|--------------------|
| | CEMENTO | CAL | ARENA | |
| P1 | 1 | 0 a 1/4 | 3 a 3 1/2 | Muros Portantes |
| P2 | 1 | 0 a 1/2 | 4 a 5 | Muros Portantes |
| NP | 1 | - | Hasta 6 | Muros No portantes |

Fuente: E070 – Norma Técnica Peruana de Albañilería.

En la figura 3 se presentó el peso unitario de las muestras con diferentes porcentajes de resina de pino, mostrando los valores obtenidos en gramos por centímetro cúbico para cada una de las proporciones evaluadas.

Figura 3

Peso unitario de las muestras con resina de pino en Kg/m³

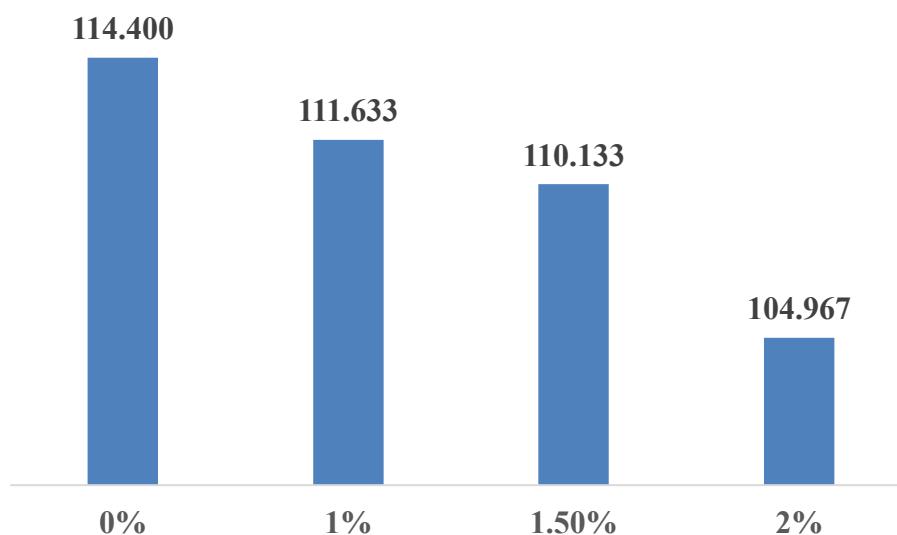


El análisis del peso unitario mostró que la adición de resina de pino no siguió un comportamiento lineal respecto al peso de las muestras, ya que al aumentar la proporción de resina de 0 % a 1,5 %, el peso unitario disminuyó progresivamente, alcanzando su valor más bajo con 1,5 % de resina; sin embargo, al incrementarse la proporción a 2 %, el peso unitario volvió a incrementarse casi al nivel del grupo control (0 %), por lo que este comportamiento sugirió la existencia de una proporción óptima de resina que redujo la densidad del material.

En la figura se expuso la fluidez de las muestras con diferentes porcentajes de resina de pino, mostrando los valores obtenidos en cada caso y permitiendo observar el comportamiento de esta propiedad frente a las distintas proporciones evaluadas.

Figura 4

Fluidez de las muestras con resina de pino en porcentaje.



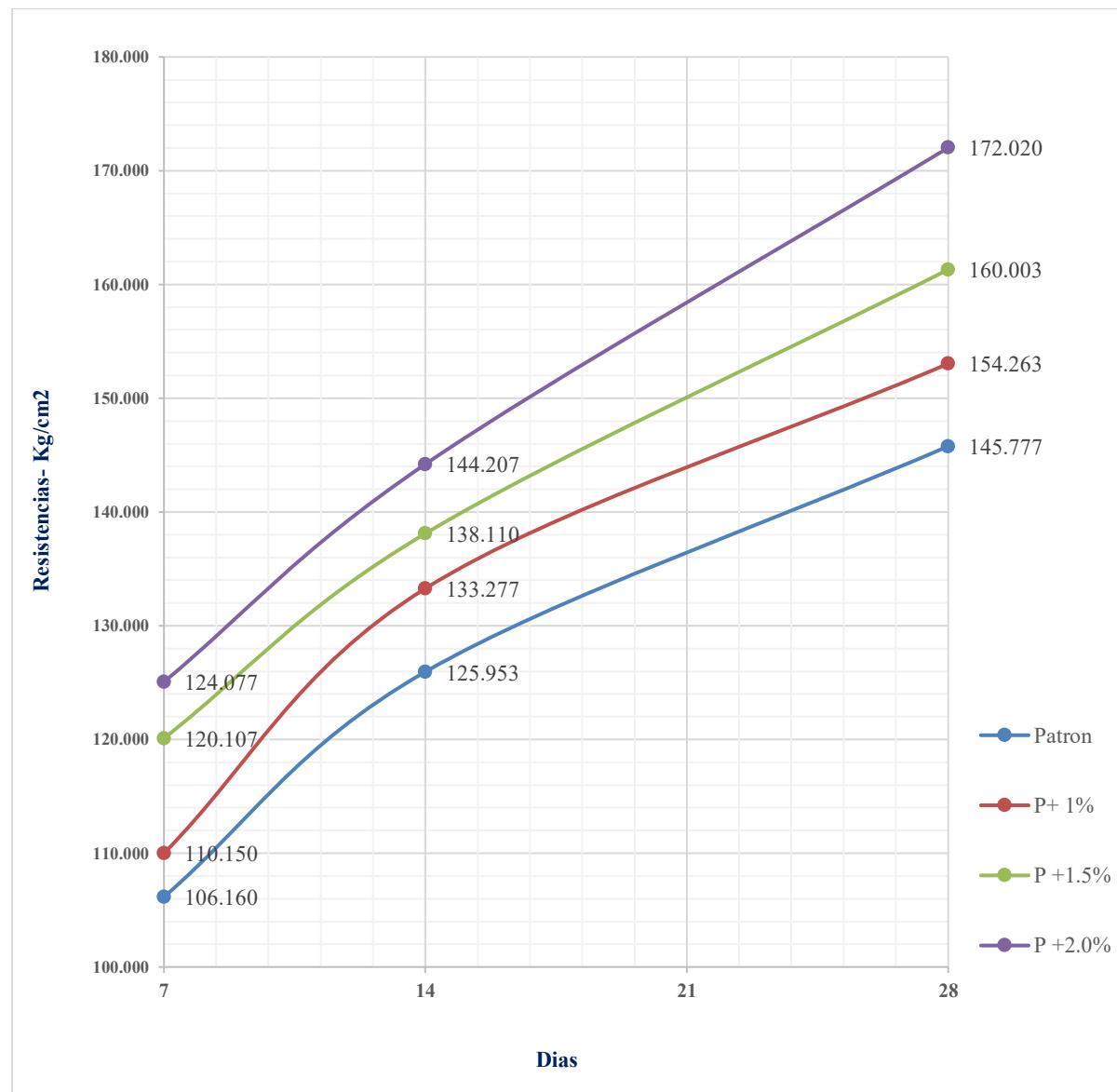
La evaluación de la fluidez mostró una tendencia decreciente a medida que aumentó el porcentaje de resina de pino en la mezcla, ya que el valor más alto se observó en la muestra sin resina, mientras que la incorporación progresiva de resina produjo una disminución constante en la fluidez, alcanzando el valor más bajo con el 2 %. Esto indicó que la resina de pino redujo la capacidad de la mezcla para fluir, posiblemente debido al aumento de la viscosidad o a la

formación de una estructura interna más cohesiva. Por lo tanto, fue fundamental considerar este efecto al dosificar la resina, ya que niveles elevados podrían dificultar el manejo y la colocación del material en obra.

En la figura 4 se presentó la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de las muestras elaboradas con diferentes porcentajes de resina de pino, permitiendo comparar los valores obtenidos en cada caso respecto al patrón sin adición.

Figura 5

Resistencia a la compresión de las muestras con resina de pino en kg/cm².



El análisis de la figura mostró que, a los 28 días, todas las mezclas con resina de pino superaron la resistencia a la compresión del patrón ($145,777 \text{ kg/cm}^2$). La adición del 1 % de resina alcanzó un valor de $154,263 \text{ kg/cm}^2$, lo que representó un incremento absoluto de $8,486 \text{ kg/cm}^2$ y una mejora del 5,824 % respecto al patrón. Con un 1,5 % de resina, la resistencia se elevó a $160,003 \text{ kg/cm}^2$, registrando un aumento de $14,226 \text{ kg/cm}^2$ y una mejora del 9,758 %. Finalmente, el 2 % de resina obtuvo el valor más alto con $172,020 \text{ kg/cm}^2$, lo que significó un incremento absoluto de $26,243 \text{ kg/cm}^2$ y una mejora del 18,004 % frente al patrón.

En interpretación, los resultados indicaron que la resina de pino actuó como un aditivo que mejoró de manera significativa la cohesión y la microestructura del concreto, favoreciendo el desarrollo de resistencia incluso en comparación directa con el patrón a los 28 días. La magnitud del incremento estuvo asociada al porcentaje incorporado, observándose que la dosificación del 2 % fue la que ofreció el mayor beneficio mecánico en este periodo, confirmando su efecto positivo en la optimización de la resistencia a la compresión.

La tabla 7 presentó los valores obtenidos en la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con adición de resina de pino en diferentes proporciones respecto a la mezcla patrón.

Tabla 7

Propiedades físicas y mecánicas del concreto con adición de resina de pino en diferentes proporciones respecto a la mezcla patrón

| Propiedades | Patrón-0 % | P +1.0 % | P +1.5 % | P +2.0 % | |
|-----------------------------|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Peso Unitario | 2.143 | 2.001 | 1.928 | 2.122 | |
| Fluidez | 114.400 | 111.633 | 110.133 | 104.967 | |
| Resistencia a la compresión | 7 14 | 106.20 126.00 | 110.00 133.30 | 120.10 138.10 | 125.10 144.20 |

| | | | | | |
|---|----|--------|--------|--------|--------|
| | 28 | 145.80 | 153.00 | 161.30 | 172.00 |
| Adherencia | | 8.90 | 9.40 | 10.83 | 11.33 |
| Resistencia de Diagonal de Murete de Albañilería | 28 | 7.68 | 7.74 | 7.83 | 8.09 |

El análisis de la tabla mostró que la adición del 2 % de resina de pino proporcionó los valores más altos de resistencia en todas las edades evaluadas. A 7 días, la mezcla con 2 % alcanzó 125,1 kg/cm², superando al patrón (106,2 kg/cm²) en +18,9 kg/cm² (+17,80 %); a 14 días llegó a 144,2 kg/cm² frente a 126,0 kg/cm² del patrón (+18,2 kg/cm²; +14,44 %); y a 28 días registró 172,0 kg/cm², por encima del patrón (145,8 kg/cm²) en +26,2 kg/cm² (+17,97 %). En las propiedades físicas, el peso unitario del 2 % (2,122 kg/cm³) se mantuvo próximo al patrón (2,143 kg/cm³), con una variación leve de -0,021 kg/cm³ (-0,98 %). La fluidez disminuyó de 114,400 mm (patrón) a 104,967 mm (2 %), lo que representó una reducción de -9,433 mm (-8,25 %).

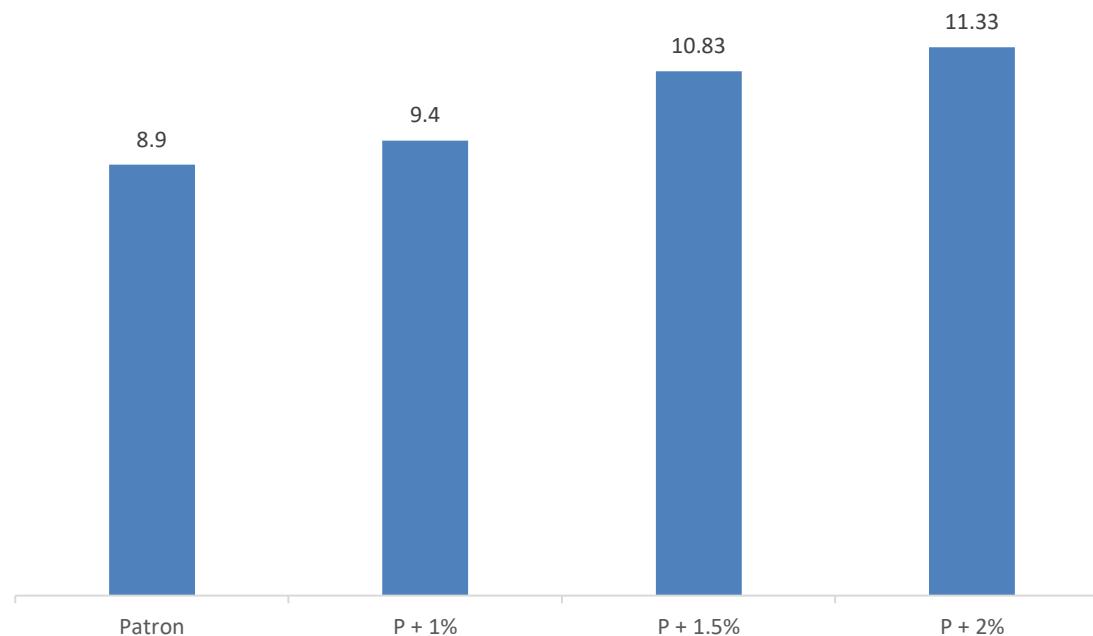
Los resultados indicaron que el 2 % de resina de pino incrementó de forma consistente la resistencia a la compresión desde edades tempranas y a 28 días, sin afectar de manera significativa la densidad del material. Dado que el mortero se destinó al asentado de ladrillos, donde el volumen colocado fue bajo y el desempeño mecánico de la unidad ladrillo–mortero cobró relevancia, la disminución observada en la fluidez se consideró manejable en obra bajo control de agua de mezcla y procedimientos habituales de colocación.

La incorporación de mayor cantidad de resina de pino al mortero generó una mejora en sus propiedades de adherencia, evidenciándose un incremento progresivo y sostenido en esta característica. Este comportamiento sugiere que la resina actuó como un agente modificador, favoreciendo la cohesión interna de la mezcla y optimizando la unión de las unidades de albañilería.

Los resultados obtenidos demostraron que la adición del 2 % de resina de pino al mortero generó un efecto positivo en el desempeño estructural de la albañilería. En particular, se observó un incremento constante en la resistencia a la compresión diagonal de los muretes ensayados, lo que evidencia una mejora en su capacidad para soportar esfuerzos cortantes. Este comportamiento sugiere que la resina actuó como un aditivo que favoreció la cohesión entre los componentes de la mezcla, mejorando la transferencia de cargas y, en consecuencia, el desempeño global de los elementos constructivos evaluados. En conjunto, el comportamiento mecánico superior, la estabilidad del peso unitario y una trabajabilidad aún utilizable para tendeles permitieron determinar al 2 % como el porcentaje idóneo para la aplicación prevista. En la figura 6 se realizó la comparación de la resistencia a la adherencia a los 28 días entre la muestra patrón y la muestra con adición de 1%, 1.5% y 2 % de resina de pino, mostrando los valores obtenidos y permitiendo analizar el efecto de la resina en esta propiedad.

Figura 6

Comparación de la Resistencia a la adherencia (kg/cm²) a los 28 días de la muestra patrón y la muestra con 1%, 1.5% y 2% de resina de pino.

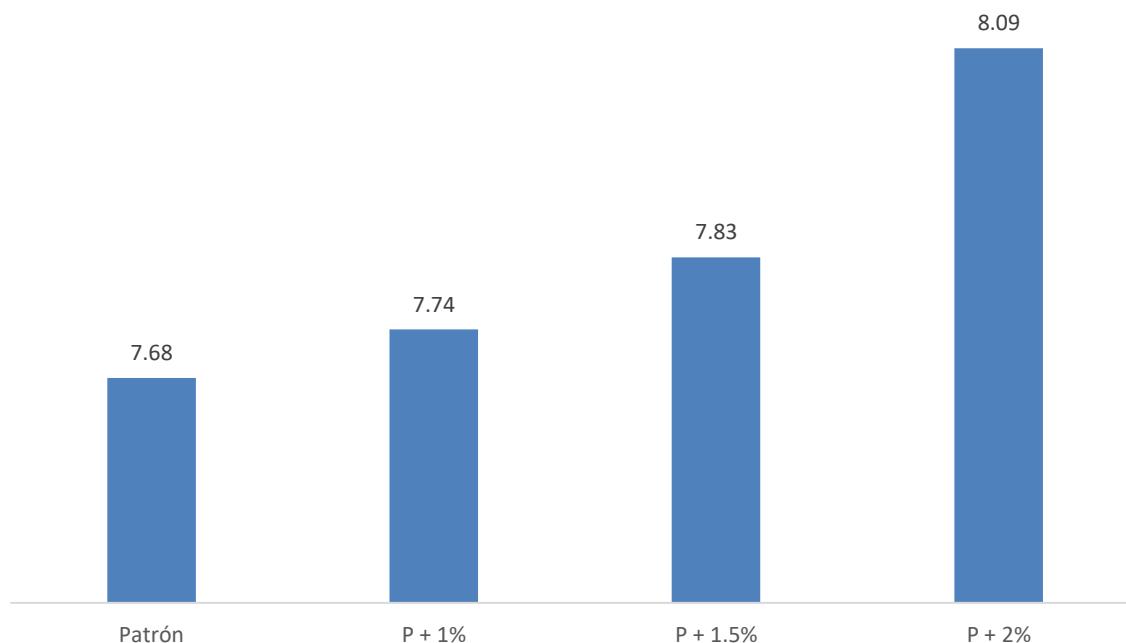


La comparación de la resistencia a la adherencia entre la muestra patrón y la muestra con 2 % de resina de pino muestra un incremento importante al adicionar este aditivo, ya que la muestra patrón presentó una resistencia de 8.9 kg/cm^2 , mientras que la muestra con resina de 2% alcanzó 11.3 kg/cm^2 , la mayor adherencia, lo que representa una mejora aproximada del 27 % respecto a la condición sin resina, de modo que este resultado evidencia que la resina de pino, además de mejorar la resistencia a la compresión, incrementa significativamente la adherencia del material, lo que puede beneficiar el comportamiento estructural y la durabilidad en aplicaciones prácticas.

En la figura 7 se comparó la resistencia a la compresión diagonal de muretes a los 28 días entre la muestra patrón y la muestra con 1%, 1.5% y 2 % de resina de pino, permitiendo visualizar la diferencia de resultados obtenidos en cada caso.

Figura 7

Comparación de la resistencia a la compresión diagonal de muretes (kg/cm^2) a los 28 días de la muestra patrón y la muestra con 1%, 1.5% y 2% de resina de pino



La resistencia a la compresión diagonal de muretes a los 28 días muestra una mejora moderada con la adición de 2 % de resina de pino, ya que la muestra patrón registró una resistencia de 7.68 kg/cm², mientras que la muestra con resina de pino del 2% alcanzó 8.09 kg/cm², el valor más elevado, lo que representa un incremento de aproximadamente 5.4 % respecto a la condición sin resina, si bien la diferencia es menor en comparación con otras propiedades, el resultado confirma que la resina de pino aporta un refuerzo adicional, contribuyendo a la estabilidad estructural del muro.

Evaluando los resultados obtenidos mediante ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del mortero con adición de resina en los porcentajes: 0%, 1%, 1.5% y 2%; se puede determinar que el porcentaje de adición que aportó mejorías al mortero convencional es el 2% de resina de pino, considerándose como el porcentaje idóneo de adición en esta investigación.

4.1.3 Costo del mortero con el idóneo porcentaje de resina de pino y el costo del mortero convencional para asentado de ladrillos.

En la figura 9 y 10 se presentó la comparación del costo, expresado por metro cuadrado de muro de albañilería, entre el mortero elaborado con el porcentaje idóneo de resina de pino y el mortero patrón, ambos destinados al asentado de ladrillos. Se mostraron los valores obtenidos para cada alternativa, lo que facilitó el análisis económico entre ambas opciones.

Tabla 8

Análisis de precios unitarios sobre el costo del mortero con el idóneo porcentaje de resina de pino y con el mortero patrón

Muro de ladrillo kk de arcilla con mortero convencional

Rendimiento: 10m²/dia

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./. | Parcial S./. |
|-----------------------|--------------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------------------------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 101 | Operario | hh | | 1 | 0.8 | 27.71 |
| 102 | Peón | hh | | 0.5 | 0.4 | 19.75 |
| Subtotal Mano de Obra | | | | | | 30.068 |
| Materiales | | | | | | |
| 201 | Arena Gruesa | m3 | | | 0.023296 | 30 |
| | | | | | | 0.699 |
| Cemento | | | | | | |
| | | | | | | |
| 202 | Portland Tipo I (42.5kg) | bol | | | 0.2073344 | 27.22 |
| | | | | | | 5.644 |
| Ladrillo KK | | | | | | |
| | | | | | | |
| 203 | 18 huecos 9x13x24cm | und | | | 40 | 0.93 |
| | | | | | | 37.2 |
| 204 | Agua | m3 | | | 0.0201 | 8.33 |
| | | | | | | 0.167 |
| Subtotal Materiales | | | | | | 43.710 |
| Equipos | | | | | | |
| 301 | Herramientas Manuales | %MO | | 3 | | 30.068 |
| | | | | | | 0.902 |
| Subtotal Equipos | | | | | | 0.902 |
| | | | | | | |
| | | | | | | Costo Unitario Directo por m2 |
| | | | | | | 74.680 |

Muro de ladrillo kk de arcilla con mortero + resina de pino

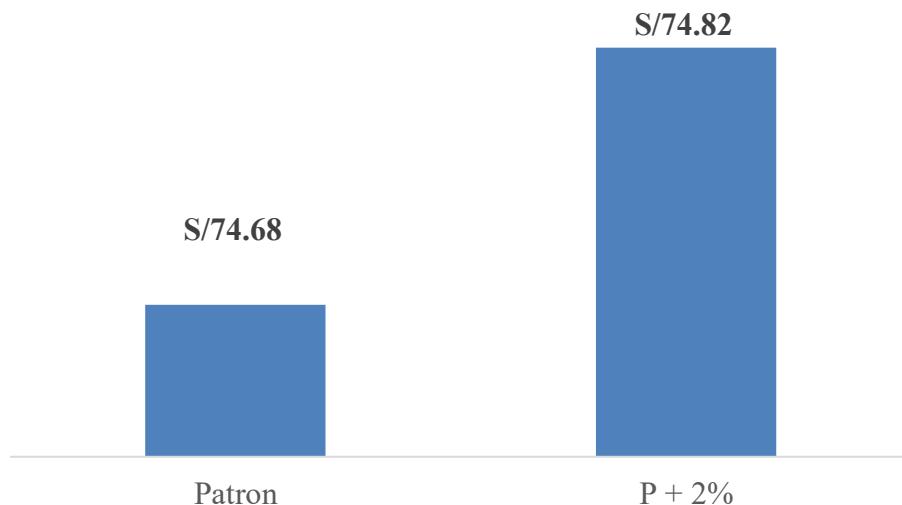
Rendimiento: 10m²/dia

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./. | Parcial S./. |
|-----------------------|--------------------------|--------|-----------|----------|-------------|---------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 101 | Operario | hh | | 1 | 0.8 | 27.71 |
| 102 | Peón | hh | | 0.5 | 0.4 | 19.75 |
| Subtotal Mano de Obra | | | | | | 30.068 |
| Materiales | | | | | | |
| 201 | Arena Gruesa | m3 | | | 0.023296 | 30 |
| | | | | | | 0.699 |
| Cemento | | | | | | |
| 202 | Portland Tipo I (42.5kg) | bol | | | 0.2073344 | 27.22 |
| | | | | | | 5.644 |
| Ladrillo KK | | | | | | |
| 203 | 18 huecos 9x13x24cm | und | | | 40 | 0.93 |
| | | | | | | 37.2 |
| 204 | Agua | m3 | | | 0.0201 | 8.33 |
| | | | | | | 0.167 |

| | | | | | |
|-----|-----------------------|-----|---|---------------|-------|
| 205 | Resina de pino | kg | 0.00415 | 32.62 | 0.135 |
| | | | Subtotal Materiales | 43.845 | |
| | | | Equipos | | |
| 301 | Herramientas Manuales | %MO | 3 | 30.068 | 0.902 |
| | | | Subtotal Equipos | 0.902 | |
| | | | Costo Unitario Directo por m² | 74.815 | |

Figura 8

Comparación del costo del mortero con el idóneo porcentaje de resina de pino y con el mortero patrón



La comparación del costo evidenció que el mortero elaborado con 2 % de resina de pino presentó un valor ligeramente superior al mortero convencional, ya que el costo del mortero patrón fue de S/ 74.68, mientras que el de la mezcla con resina alcanzó S/ 74.82, lo que representó un incremento mínimo de apenas 0.19 %, de modo que este pequeño aumento resultó poco significativo frente a las mejoras observadas en las propiedades mecánicas del material, por lo que la incorporación de la resina se consideró económicamente viable para optimizar el desempeño del mortero en obra.

4.1.4 Prueba de hipótesis.

Para el desarrollo de la investigación se evaluaron las propiedades mecánicas que fueron analizadas a través de los distintos ensayos realizados en las muestras de mortero con resina de pino:

- Resistencia a la compresión del mortero
- Adherencia
- Resistencia Diagonal de muretes

Con respecto a la resistencia a la compresión del mortero se generó las siguientes hipótesis:

H_1 : La incorporación de resina de pino influye significativamente en la resistencia a la compresión del mortero en Nuevo Chimbote – 2024.

H_0 : La incorporación de resina de pino no influye significativamente en la resistencia a la compresión del mortero en Nuevo Chimbote – 2024.

En la tabla 3 se presentó el análisis ANOVA de la resistencia a la compresión, detallando la suma de cuadrados, los grados de libertad, la media cuadrática, el estadístico F y el nivel de significancia, con el fin de evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos analizados.

Tabla 9

Análisis ANOVA de la resistencia a la compresión

| Grupos | ANOVA de un factor | | | | |
|--------------|--------------------|----|------------------|--------|------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Inter-grupos | 1144.745 | 3 | 381.582 | 18.941 | .001 |
| Intra-grupos | 161.167 | 8 | 20.146 | | |
| Total | 1305.912 | 11 | | | |

A partir del análisis ANOVA, se determinó que la incorporación de resina de pino generó diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión del mortero. El

valor de significancia obtenido (0.001) fue menor al nivel crítico de 0.05, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1). De este modo, se concluyó que la adición de resina de pino influyó significativamente en la resistencia a la compresión del mortero en Nuevo Chimbote – 2024.

Con respecto a la adherencia en especímenes de albañilería - kg/cm² se generó las siguientes hipótesis:

H_1 : La incorporación de resina de pino influye significativamente en la adherencia en especímenes de albañilería en Nuevo Chimbote – 2024.

H_0 : La incorporación de resina de pino no influye significativamente en la adherencia en especímenes de albañilería en Nuevo Chimbote – 2024.

En la tabla 4 se mostró el análisis ANOVA de la adherencia en especímenes de albañilería, detallando los componentes estadísticos necesarios para identificar si existen diferencias significativas entre los grupos evaluados respecto a esta propiedad.

Tabla 10

Análisis ANOVA de la adherencia en especímenes de albañilería

| ANOVA de un factor | | | | | |
|--------------------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Grupos | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Inter-grupos | 8.882 | 1 | 8.882 | 333.063 | .000 |
| Intra-grupos | .107 | 4 | .027 | | |
| Total | 8.988 | 5 | | | |

El análisis ANOVA evidenció que la incorporación de resina de pino influyó de manera significativa en la adherencia de los especímenes de albañilería. El valor de significancia obtenido (0.000) resultó menor al nivel crítico de 0.05, por lo que se rechazó la hipótesis nula

(H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1). Por consiguiente, se concluyó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos analizados, atribuidas al efecto de la resina de pino sobre la adherencia en los especímenes evaluados en Nuevo Chimbote – 2024. Con respecto a la resistencia a la compresión diagonal en muretes se generó las siguientes hipótesis:

H_1 : La incorporación de resina de pino influye significativamente en la resistencia a la compresión diagonal en muretes en Nuevo Chimbote – 2024.

H_0 : La incorporación de resina de pino no influye significativamente en la resistencia a la compresión diagonal en muretes en Nuevo Chimbote – 2024.

En la tabla 5 se mostró el análisis ANOVA de la resistencia a la compresión diagonal en muretes, presentando los valores estadísticos necesarios para identificar si existen diferencias significativas entre los grupos evaluados en relación con esta propiedad.

Tabla 11

Análisis ANOVA de la Resistencia a la compresión diagonal en muretes

| ANOVA de un factor | | | | | |
|--------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Grupos | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Inter-grupos | ,260 | 1 | ,260 | 18,557 | ,013 |
| Intra-grupos | ,056 | 4 | ,014 | | |
| Total | ,317 | 5 | | | |

El análisis ANOVA permitió identificar que la incorporación de resina de pino influyó de manera significativa en la resistencia a la compresión diagonal en muretes. El valor de significancia obtenido (0.013) fue inferior al nivel crítico de 0.05, lo que llevó a rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alterna (H_1). Por lo tanto, se concluyó que existieron

diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados, demostrando que la adición de resina de pino tuvo un efecto relevante sobre la resistencia a la compresión diagonal en los muretes analizados en Nuevo Chimbote – 2024.

En relación con la hipótesis general, se plantearon las siguientes proposiciones:

H1: La incorporación de resina de pino influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del mortero en Nuevo Chimbote – 2024.

H0: La incorporación de resina de pino no influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del mortero en Nuevo Chimbote – 2024.

Con base en los resultados presentados en las tablas 3, 4 y 5, se evidenció que la adición de resina de pino genera un impacto significativo y positivo en las propiedades mecánicas del mortero. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1).

4.2 Discusión

En la presente investigación se analiza las propiedades físicas de la resina de pino.

Analizando la granulometría de la resina de pino utilizada como aditivo en el mortero, dado que esta propiedad incide de manera directa en la integración del material a la matriz cementicia. Los hallazgos obtenidos guardan relación con lo reportado por Ortiz (2024), quien evidenció que la incorporación de resina de pino en distintos porcentajes mejora significativamente la resistencia a compresión y disminuye la absorción de agua en adobes, resultados que subrayan la importancia de controlar las características físicas del aditivo para optimizar su desempeño. De forma complementaria, Bautista (2023) documentó que la adición de resina de pino en suelos arcillosos favorece el mejoramiento de sus propiedades mecánicas, demostrando que el tamaño y la distribución de las partículas de resina condicionan su capacidad de estabilización. Estos antecedentes refuerzan la necesidad de evaluar la granulometría de la resina de pino como un factor clave para garantizar su efectividad en la

mejora de materiales de construcción.

En la presente investigación se determina las propiedades físicas y mecánicas del mortero con adición de resina de pino en distintos porcentajes (0 %, 1 %, 1.5 %, 2 %).

Los resultados obtenidos en esta investigación guardan coherencia con diversos estudios que demuestran que el uso de aditivos vegetales, en dosificaciones óptimas, puede mejorar de forma significativa las propiedades mecánicas y de adherencia del mortero. Pacheco y Narváez (2025) registraron incrementos de fluidez de hasta 35 % y aumentos de densidad del 28.57 % con extractos como Chukum, así como reducciones en la absorción de agua del 24.07 %, efectos que se asemejan a lo observado con la resina de pino en el presente trabajo. De manera complementaria, Park et al. (2023) evidenciaron incrementos de adhesión de hasta 98 % al combinar superficies rugosas con resina de pino, lo que coincide con las mejoras obtenidas en adherencia en esta investigación. Asimismo, Huamán (2023) reportó incrementos del 78.06 % en resistencia a compresión y del 167.73 % en resistencia diagonal empleando resinas naturales, resultados acordes con el aumento progresivo registrado aquí, alcanzando su valor máximo con 2 % de resina de pino. Vargas (2022) encontró mejoras del 6.23 % en compresión con 5 % de resina de molle y pino, confirmando la tendencia positiva, mientras que Viera (2022), Sotero (2023) y Giraldo (2022) documentaron incrementos que oscilan entre 10 % y 63 % en distintas propiedades con aditivos vegetales, lo que refuerza la validez de los hallazgos del presente estudio.

Sin embargo, no todos los trabajos coinciden con estos resultados. Puicón (2025) observó reducciones de hasta -54.24 % en resistencia a compresión y de -54.95 % en resistencia diagonal con la incorporación de resina de colofonia, y Álvarez y Jordán (2023) reportaron que el mortero polimérico, incluso con adición del 20 % de resina poliéster, fue hasta un 53.78 % inferior en compresión de pilas en comparación con el mortero convencional. Estas discrepancias ponen de manifiesto que el tipo de resina y su dosificación son determinantes,

pues, a diferencia de los resultados negativos obtenidos por estos autores, la resina de pino utilizada en esta investigación mejoró todas las propiedades físicas y mecánicas evaluadas respecto al control, mostrando un comportamiento estable y favorable dentro del rango idóneo de dosificación.

Desde una perspectiva reflexiva, el empleo de resina de pino como aditivo en morteros emerge como una solución sostenible e innovadora para la mejora del desempeño físico y mecánico en obras de albañilería, ya que el incremento progresivo en la resistencia a la compresión, la adherencia y la resistencia diagonal observado a 7, 14 y 28 días evidencia que la resina actúa reforzando la matriz interna del material, otorgando mayor cohesión y durabilidad, sin embargo es fundamental asegurar una dosificación precisa, ya que el exceso puede comprometer la fluidez y dificultar el manejo en obra, además la variabilidad regional de los materiales y las condiciones ambientales pueden afectar la reproducibilidad de los resultados, por lo que se recomienda validar la dosificación óptima mediante pruebas preliminares en cada proyecto, asimismo se resalta la importancia de incorporar criterios de sostenibilidad y economía circular en la selección de aditivos, considerando el impacto ambiental y los beneficios técnicos obtenidos con resinas vegetales, en suma la investigación aporta evidencia relevante para la ingeniería de materiales de construcción, motivando futuras exploraciones sobre la durabilidad a largo plazo y la aplicabilidad en sistemas estructurales complejos

Como limitaciones, se reconoce que los ensayos se realizan bajo condiciones de laboratorio y a edades de 7, 14 y 28 días, lo que puede restringir la extrapolación de los resultados al comportamiento en condiciones reales de obra y a plazos más prolongados, ya que el tamaño de muestra, la homogeneidad de los materiales y la ausencia de ensayos de durabilidad acelerada constituyen factores que pueden influir en la validez externa del estudio, por lo que futuros trabajos deben abordar el análisis de desempeño a largo plazo, la resistencia frente a ciclos de humedad y temperatura y la comparación directa con otros aditivos sintéticos y

naturales, asegurando la transferencia efectiva de los beneficios identificados a la práctica profesional.

En cuanto a la resistencia a la compresión a 28 días, el mortero con 2 % de resina alcanza 172.02 kg/cm², frente a 145.78 kg/cm² de la muestra patrón, lo que representa un incremento cercano al 18 %. La adherencia también aumenta significativamente, pasando de 8.9 kg/cm² a 11.3 kg/cm² (mejora del 27 %). Por su parte, la resistencia a la compresión diagonal de muretes muestra una mejora más moderada, pasando 7.68 kg/cm² de la muestra patrón a 8.09 kg/cm² lo que representa un 5.4 %, confirmando el refuerzo estructural adicional que ofrece la resina de pino.

Estos resultados evidencian que la dosificación óptima es del 2 %, ya que maximiza la resistencia a la compresión y la adherencia, con un efecto positivo moderado en la resistencia diagonal, aunque debe considerarse el impacto en la trabajabilidad debido a la reducción de la fluidez.

El análisis ANOVA de un factor aplicado a las propiedades mecánicas muestra valores de significancia menores a 0.05 en todos los casos (compresión: $p = 0.001$; adherencia: $p = 0.000$; diagonal: $p = 0.013$), lo que permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna. Por lo tanto, se concluye que la adición de resina de pino influye de manera significativa en la resistencia a la compresión, la adherencia y la resistencia a la compresión diagonal del mortero. Los resultados coinciden con Pacheco y Narváez (2025), quienes encuentran que los aditivos orgánicos incrementan la resistencia a compresión y mejoran la adherencia cuando se emplea una dosificación controlada. Del mismo modo, Huaman (2023) y Vargas (2022) reportan que la adición de resinas vegetales, en porcentajes idóneos, potencia tanto la resistencia como la adherencia, aunque advierten sobre la necesidad de controlar la fluidez para evitar dificultades en la aplicación.

Además, la elección del porcentaje idóneo debe balancear el incremento de resistencia y

adherencia con la facilidad de manipulación y colocación, de modo que el uso de resina de pino aporte beneficios reales y sostenibles al proceso constructivo. Se recomienda la implementación de protocolos de capacitación y control de calidad en obra para asegurar que las ventajas observadas en laboratorio se traduzcan en mejoras efectivas en el campo.

Finalmente, se reconoce como principal limitación que los ensayos se realizan bajo condiciones controladas de laboratorio y en especímenes normalizados, con un tamaño de muestra limitado. Esta situación puede afectar la generalización de los resultados a contextos reales de obra, donde las condiciones ambientales, la calidad de los insumos y las técnicas de aplicación pueden variar considerablemente. Por ello, futuras investigaciones deben ampliar el espectro de análisis a diferentes ambientes, explorar otras proporciones y combinar ensayos de durabilidad a largo plazo para validar la aplicabilidad y robustez de la dosificación óptima propuesta.

En la presente investigación se compara el costo del mortero con el idóneo porcentaje de resina de pino (2 %) frente al mortero convencional, enfocando el análisis en la dimensión económica y la viabilidad práctica de su aplicación en el asentado de ladrillos.

La comparación directa de costos evidencia que el mortero con 2 % de resina de pino registra un costo de S/ 74.82 por unidad de medida, mientras que el mortero convencional presenta un costo de S/ 74.68, generando una diferencia mínima de apenas 0.19 %. Este incremento resulta insignificante desde el punto de vista económico, sobre todo si se contrasta con la mejora lograda en las propiedades mecánicas, como el aumento del 18 % en la resistencia a la compresión y el 27 % en la adherencia.

En términos de viabilidad, este resultado indica que la implementación del mortero modificado no representa una carga financiera relevante para los presupuestos de obra, por lo que puede considerarse totalmente viable, especialmente en proyectos que priorizan la seguridad estructural y la durabilidad a largo plazo.

El hallazgo demuestra que el costo adicional generado por la incorporación de la resina de pino es mínimo y queda ampliamente justificado por el notable beneficio técnico. Desde la perspectiva de la eficiencia económica, la relación costo-beneficio es altamente favorable: con una inversión prácticamente igual a la del mortero tradicional, se obtiene un producto con mejores propiedades mecánicas y estructurales. Además, el potencial de reducir futuros costos de mantenimiento y reparación gracias al aumento de resistencia y adherencia refuerza la decisión de optar por esta alternativa.

Al analizar la hipótesis, se observa que la ligera variación de costo, junto con la mejora significativa en las propiedades técnicas, permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna: la incorporación de resina de pino al porcentaje idóneo no solo influye favorablemente en las propiedades físicas y mecánicas, sino que resulta económicamente viable y competitiva frente al mortero convencional.

Estos resultados guardan relación con lo encontrado por Giraldo (2022), quien reportó que el uso de mucílago de nopal en dosificaciones de 5 %, 10 % y 15 % elevó el costo de producción de S/ 279.96 (patrón) a S/ 282.21, S/ 284.46 y S/ 286.71, respectivamente, lo que equivale a incrementos del 0.80 %, 1.61 % y 2.41 %. De manera similar, Sotero (2023) registró que el mortero con cáscara de plátano pulverizada tuvo un costo S/ 44.67 superior al convencional; considerando el costo base reportado, este aumento representa aproximadamente un 17.4 %. En ambos casos, las variaciones porcentuales se consideran aceptables por el beneficio mecánico obtenido.

Asimismo, Pacheco y Narváez (2025) y Huamán (2023) han señalado que la adición de aditivos vegetales o resinas naturales genera incrementos de costo menores al 3 % respecto al patrón, mientras que Park et al. (2023) y Viera et al. (2022) indican que el uso de refuerzos vegetales implica variaciones que rara vez superan el 5 %, y que estos costos iniciales se compensan con la reducción de gastos de mantenimiento y reparación.

En contraste, Puicón (2025) y Vargas (2022) advierten que el costo puede incrementarse de manera considerable por encima del 10 % cuando no se controla la dosificación o se utilizan aditivos de difícil obtención, lo que resalta la importancia de definir un rango idóneo para garantizar la viabilidad económica.

En síntesis, la evaluación económica revela que el uso de mortero con resina de pino al 2 % es plenamente viable, ya que el incremento de costo resulta despreciable frente al aumento sustantivo en desempeño estructural. Esta solución permite a las empresas y profesionales del sector construcción mejorar la seguridad y durabilidad de sus obras sin que ello implique una erogación significativa ni comprometa la rentabilidad de los proyectos. Además, el enfoque en materiales renovables como la resina de pino promueve prácticas sostenibles y refuerza el compromiso del sector con la innovación y la responsabilidad ambiental. Se recomienda, por tanto, incorporar el análisis económico y de viabilidad en todas las etapas de planificación y ejecución, asegurando que la adopción de mejoras técnicas vaya acompañada de decisiones económicamente racionales y sustentables.

Finalmente, se reconoce que el análisis de costo se realiza en condiciones de laboratorio, con precios y formatos específicos del contexto local, sin considerar escalas industriales ni fluctuaciones de mercado. Este aspecto puede limitar la generalización a otros ámbitos geográficos o a proyectos de mayor envergadura. Además, el costo calculado no incluye variaciones logísticas, desperdicio, ni eventuales descuentos por compra a granel. Se recomienda que futuras investigaciones validen estos resultados en ambientes reales de obra y amplíen el análisis económico a lo largo del ciclo de vida del producto, considerando también los beneficios indirectos derivados del aumento de la vida útil y la reducción de intervenciones de mantenimiento.

CAPITULO V:

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Al determinar las propiedades físicas y mecánicas del mortero con adición de resina de pino en distintos porcentajes (0%;1%;1.5%;2%), se concluye lo siguiente:

La incorporación progresiva de resina de pino hasta un 2 % genera efectos diferenciados según la propiedad evaluada. En el ámbito físico, el peso unitario presenta una disminución de -6.63 % con 1 % de resina de pino, ya que con la muestra patrón el peso unitario fue de 2142.66 kg/m³, mientras que con la adición de 1% fue de 2000.76 kg/cm³. De igual manera se da una disminución de -10.03 % con 1.5 % de resina de pino, ya que con la muestra patrón el peso unitario fue de 2142.66 kg/m³, mientras que con la adición de 1.5% fue de 1927.99 kg/cm³. Y finalmente, presenta la misma disminución, pero de solo -0.98 % con 2 % resina de pino, ya que con la muestra patrón el peso unitario fue de 2142.66 kg/m³, mientras que con la adición de 2% fue de 2121.57 kg/cm³., lo que indica que el material se vuelve más liviano, aunque la reducción no es lineal. Este comportamiento puede resultar ventajoso en aplicaciones donde la disminución del peso propio sea relevante. No obstante, esta variación se acompaña de una reducción constante en la fluidez, porque hubo una reducción de -2.418 % con 1% de resina de pino, ya que con la muestra patrón la fluidez fue de 114.400%, mientras que con la adición de 1% fue de 111.633%, por otro lado también hubo una reducción de -3.730% con 1.5% de resina de pino, ya que con la muestra patrón la fluidez fue de 114.400%, mientras que con la adición de 1.5% fue de 110.133%, y finalmente también hubo una reducción de -8.240% con 2% de resina de pino, ya que con la muestra patrón la fluidez fue de 114.400%, mientras que con la adición de 2% fue de 104.967%, lo que podría dificultar el manejo y la trabajabilidad del mortero en el asentado de ladrillos si no se controla adecuadamente la mezcla.

En cuanto a las propiedades mecánicas, se aprecia un incremento progresivo en la

resistencia a la compresión conforme aumenta el porcentaje de resina. A los 7 días, los valores mejoran en 3,76 % con 1 % de resina de pino, ya que con la muestra patrón alcanzó una resistencia de 106.162 kg/cm², mientras que con la adición de 1.0% fue de 110,150 kg/cm². La resistencia mejoró también en un 13.14 % con 1.5 % de resina de pino, ya que con la muestra patrón alcanzó una resistencia de 106.162 kg/cm², mientras que con la adición de 1.5% fue de 120,107 kg/cm². Y finalmente, la resistencia también mejoró en 16,88 % con 2 % de resina de pino, ya que con la muestra patrón alcanzó una resistencia de 106.162 kg/cm², mientras que con la adición de 2.0% fue de 124,077 kg/cm². A los 14 días, los incrementos son de 5.81 % con 1% de resina de pino, ya que con la muestra patrón alcanzó una resistencia de 125,953 kg/cm², mientras que con la adición de 1% fue de 133,277 kg/cm², también incrementó un 9.65 % con 1.5% de resina de pino, ya que con la muestra patrón alcanzó una resistencia de 125,953 kg/cm², mientras que con la adición de 1.5% fue de 138,110 kg/cm² y finalmente también incrementó un 14.49 % con 2% de resina de pino, ya que con la muestra patrón alcanzó una resistencia de 125,953 kg/cm², mientras que con la adición de 2% fue de 144,207 kg/cm² respectivamente. Finalmente, a los 28 días, el mortero con 2 % de resina alcanza 172.020 kg/cm², lo que supone un incremento del 18,00 % respecto al patrón (145.777 kg/cm²) y se clasifica como mortero Tipo S, superando ampliamente la resistencia mínima especificada de 126.4 kg/cm² según la NTP 339.610.

Por lo tanto, el 2 % es la dosificación óptima para maximizar el desempeño físico y mecánico del material. Con esta proporción, el peso unitario se reduce apenas un -0.98 % respecto al patrón, evitando pérdidas significativas en densidad. Aunque la fluidez disminuye un -8.24 %, esta reducción se ve ampliamente compensada por los incrementos en resistencia a la compresión: +16,88 % a los 7 días, +14,49 % a los 14 días y +18,00 % a los 28 días, alcanzando un valor final de 172,020 kg/cm² frente a los

145,777 kg/cm² del mortero patrón. La adherencia también presenta una mejora notable, pasando de 8,90 kg/cm² en la muestra patrón a 11,33 kg/cm² con 2 % de resina, lo que representa un incremento del 27,303 %, favoreciendo el comportamiento estructural y la durabilidad. Asimismo, la resistencia a la compresión diagonal de muretes a los 28 días alcanza 8.09 kg/cm², valor que coincide prácticamente con el parámetro normativo establecido para albañilería industrial de Clase IV, confirmando que el mortero elaborado cumple con los estándares estructurales vigentes.

- Al determinar el costo del mortero con el idóneo porcentaje de resina de pino y el costo del mortero convencional para asentado de ladrillos, se concluye lo siguiente:

El 2 % de resina de pino genera un incremento mínimo en el costo del material, pasando de S/ 74.68 a S/ 74.82 por unidad, lo que representa solo un 0.19 % adicional. Este aumento resulta insignificante frente a las mejoras obtenidas en la resistencia a la compresión, la adherencia y la resistencia diagonal de muretes, por lo que el mortero modificado no solo es técnica y estructuralmente superior, sino también económicamente viable para su uso en obra.

- Al determinar las propiedades físicas de la resina de pino, se concluye lo siguiente:

Con respecto a la granulometría, es importante señalar que la resina de pino, tras ser triturada y pulverizada, presenta una granulometría fina con la mayoría de partículas pasando el tamiz N°200, por lo que se clasifica como un polvo fino y no como un agregado. Su naturaleza orgánica y elevada finura la hacen actuar como un aditivo que mejora la homogeneidad, trabajabilidad y adherencia del mortero. Su densidad relativa es de 1.034 g/cm³ a 20 °C.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a los ingenieros civiles, profesionales de la construcción y entidades estatales responsables de la infraestructura pública considerar la incorporación de mortero con adición de resina de pino en un 2 % como adición para proyectos de albañilería estructural. Esta práctica permite optimizar el peso propio del material y mejorar significativamente la resistencia a la compresión, la adherencia y la estabilidad de los muros, cumpliendo con los estándares normativos vigentes.
- Se recomienda a los investigadores en ingeniería civil, tecnología del concreto y materiales de construcción explorar el uso combinado de resina de pino con aditivos plastificantes o superplastificantes, orientando sus estudios a maximizar simultáneamente la trabajabilidad y las propiedades mecánicas del mortero. Profundizar en la caracterización de mezclas con distintas proporciones de aditivos podría aportar soluciones integrales que permitan superar las limitaciones observadas en la fluidez, sin afectar el incremento de resistencia ni la adherencia
- Se recomienda a los gestores de proyectos, tomadores de decisiones en empresas constructoras y entidades públicas responsables de infraestructura considerar la adopción del mortero con un 2 % de resina de pino en el asentado de ladrillos, ya que su costo adicional respecto al mortero convencional es mínimo (0.19 %) y se ve ampliamente compensado por los beneficios en resistencia, adherencia y durabilidad

CAPITULO VI:

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Zegarra, K. O., & Jordán Saldaña, M. K. (2023). *Utilización del mortero polimérico para optimizar la resistencia de muros de albañilería confinada en Nuevo Chimbote - 2022* [Tesis de título profesional, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio UNS.

Arias, J. L., y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación* (1a ed.). Enfoques Consulting EIRL. ISBN: 978-612-48444-2-3.

Bautista, L. (2023). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso con resina de pino de la subrasante de carretera Pumamarca del distrito de San Sebastián, Cusco* [Tesis de título profesional, Universidad Continental].

Biçer, A., y Yeşilkaya, H. (2023). The effect of pine tree resin on the thermal and mechanical properties of plaster with expanded clay. *Bartın Üniversitesi Uluslararası Fen Bilimleri Dergisi*. <https://doi.org/10.55930/jonas.1275567>

Bustos, A. (2020). *Morteros con propiedades mejoradas de ductilidad por adición de fibras de vidrio, carbono y basalto* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España].

Callo, I. , y Yapu, W. (2022). *Influencia de la resina de pino con óxido de cal en las propiedades de la subrasante, vía Vilcapaza - Ayrampuni, Puno, 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería].

Chávez Minaya, D. M., & Gamarra Abad, J. D. (2021). *Utilización de cáscaras de huevo calcinado como adición en la elaboración de unidades de albañilería en Nuevo Chimbote* [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio UNS.

Claros, E. (2022). *Normatividad morteros para mampostería no estructural - 360 en concreto. 360 en concreto.* <https://360enconcreto.com/blog/detalle/normatividad-morteros-para-mamposteria-no-estructural/>

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOP. (2003). *Norma Técnica Peruana NTP 399.610: Unidades de albañilería. Especificación normalizada para morteros* (1^a ed.). INDECOP.

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOP. (2013). *Norma Técnica Peruana NTP 399.621: Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia diagonal en muretes de albañilería*. INDECOP.

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOP. (2013). *Norma Técnica Peruana NTP 399.605: Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería* (2^a ed.). INDECOP.

Delgado, J. (2015). *Del bosque a la fábrica: Técnica y ciencia de la resina de pino en la España contemporánea* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid]. Repositorio Institucional Universidad Autónoma de Madrid.

Díaz, N., Alberto, L., Mercedes, E., Martínez, W., Luis, H., y Alejandra, J. (2020). Natural additive to retard the setting of a mortar and increase its resistance. *Key Engineering Materials*, 841, 119–123. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.841.119>

Estructurales.es. (sf). *Fallas en la construcción* . Recuperado de <https://estructurales.es/blog/fallas-en-la-construcion/>

Fandiño, E., Perdomo, S. (2020). *Análisis De Las Propiedades Mecánicas Del Concreto Translucido Elaborado Con Polímeros Y Materiales Reciclados* [Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia Seccional Alto Magdalena, Girardot].

Fernández, R. y Ramírez, D. (2023). *Propuesta de diseño de un mortero adicionando fibras de polipropileno para mejorar la adherencia del mortero – ladrillo en muros de albañilería simple en la ciudad de Lima Metropolitana* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima].

García, I., Alavéz, R., Morales, V. (2021). Resina De Pino Como Aglutinante Sostenible Para El Refuerzo Del Adobe / Pine Resin As A Sustainable Binder For The Reinforcement Of Adobe. *Universidad & Ciencia, 10*, 179–190.

García, I., Alavéz, R., y Morales, V. (2021). Resina de pino como aglutinante sostenible para el refuerzo del adobe. *Universidad & Ciencia , (Extra 10) , 179-190.*
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8315902>

Giraldo, R. (2022). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal adicionando mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica)*, Ayacucho- 2022 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Huaraz].

Guadalupe, A., Melken, O., Beatriz, C., Poot, R., Armando, J., Pinzón, G., Margely, N., y Canto, N. (2019). Mortero arquitectónico a base de resina del árbol de chukum resin based architectural mortar from the chukum tree. *Edición Especial, 4(2)*, 107–114.

Huamán, A. (2023). *Optimización de muros de bloqueta de concreto adicionando resina de bálsamo y resina de pino*, Cusco – 2022. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Callao].

Hwang, H., Kwon, Y., Hong, S, y Kang, S. (2022). Comparative study of effects of natural organic additives and cellulose ether on properties of lime-clay mortars. *Journal of Building Engineering, 48*, 103972. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103972>

INDECI. (2023). *INDECI recomienda medidas de preparación ante un sismo de gran magnitud frente a la costa central del Perú* .

<https://www.gob.pe/institucion/indeci/noticias/699540-indeci-recomienda-medidas-de-preparacion-ante-un-sismo-de-gran-magnitud-frente-a-la-costa-central-del-peru>

INEI (2017). *Características de las viviendas particulares.* (2023) Recuperado de [/https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf)

Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2022). *Norma Técnica Peruana NTP 334.051: Cementos. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. Método de ensayo* (7^a ed.). INACAL.

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Lima, Perú. <https://www.inei.gob.pe>

Instituto Nacional de Normalización. (2001). *NCh 167 Of. 2001: Morteros – Determinación de las propiedades físicas y mecánicas*. Santiago de Chile: INN.

Insumos Químicos Perú. (2023). *Resina de colofonia*.
<https://insumosquimicos.pe/producto/resina-de-colofonia/>

James, C., y Sivasankarapillai, G. (2022). Assessment of natural additives modified lime mortars for repair of historic structures with strength, durability and microstructural parameters. *Periodica Polytechnica. Civil Engineering*, 66(2), 123-135.
<https://doi.org/10.3311/ppci.21135>

Jeyanthi, J., y Jenita, K. (2022). Experimental investigation on behavior of self curing mortar using natural agents and PEG 400. *AIP Conference Proceedings*.
<https://doi.org/10.1063/5.0080900>

Junias, J., Ranjan, N., & Nayak, S. (2025). A systematic review of structural performance and failure trends of impact on low-rise masonry dwellings: Current trends and way forward. *Structures*, 71, 107988. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.107988>

Manoharan, A., y Umarani, C. (2022). Properties of air lime mortar with bio-additives. *Sustainability*, 14(14), 8355. <https://doi.org/10.3390/su14148355>

Martínez , L. (2021). *Propuesta de paneles aislantes termoacústicos divisorios a base de cáñamo y resina de pino, como alternativa al uso de polímeros sintéticos en construcción* [Tesis de licenciatura, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio Institucional Universidad La Gran Colombia.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], & SENCICO. (2019).

Propuesta de Norma Técnica E.070 Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú. <https://www.gob.pe/vienda>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2016). *Manual para la reducción del riesgo sísmico de viviendas en el Perú: Focalizado en viviendas de “material noble” (albañilería) desarrolladas por autoconstrucción en los asentamientos humanos que rodean Lima Metropolitana.* Dirección General de Programas y Proyectos en Vivienda y Urbanismo. <https://www.vivienda.gob.pe>

Moreno Santos, A. A., & Diaz Alvarado, R. (2023). *Análisis comparativo del diseño de una edificación aplicando los criterios de la norma vigente E.070 Albañilería y su propuesta de actualización 2022* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC. <http://hdl.handle.net/10757/670252>

MTC E 609. (2016). *Manual De Ensayo De Materiales.* Perú, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Recuperado de https://cdn-web.construccion.org/normas/files/transporte/RD_18-2016-MTC.pdf

MTC E 612. (2016). *Manual De Ensayo De Materiales.* Perú, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Recuperado de https://cdn-web.construccion.org/normas/files/transporte/RD_18-2016-MTC.pdf

MTC E 617. (2016). *Manual De Ensayo De Materiales*. Perú, Ministerio de Transportes y

Comunicaciones. Recuperado de https://cdn-web.construccion.org/normas/files/transporte/RD_18-2016-MTC.pdf

MTC E 705. (2016). *Manual De Ensayo De Materiales*. Perú, Ministerio de Transportes y

Comunicaciones. Recuperado de https://cdn-web.construccion.org/normas/files/transporte/RD_18-2016-MTC.pdf

MTC E 714. (2016). *Manual De Ensayo De Materiales*. Perú, Ministerio de Transportes y

Comunicaciones. Recuperado de https://cdn-web.construccion.org/normas/files/transporte/RD_18-2016-MTC.pdf

Nicolini, A., Viana Rodrigues, A., Roca Bragança, S., & Maldaner Jacobi, M. (2022).

Evaluation of latex polymeric mortar properties for laying bricks in non-structural masonry. *Journal of Building Engineering*, 59, 105080.
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105080>

Oyguc, R. (2025). Seismic behavior and vulnerability of masonry dwellings in Eastern

Türkiye: A comprehensive analysis. *Applied Sciences*, 15(10), 5490.
<https://doi.org/10.3390/app15105490>

Pacheco Lira, P. G., & Narváez Hernández, L. (2025). Evaluación del comportamiento

físico de morteros base cal con aditivos orgánicos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 7118–7141.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17435

Pari Quispe, S. E., & Manchego Meza, J. A. (2017). *Análisis experimental de muros de albañilería confinada en viviendas de baja altura en Lima, Perú* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP.

Park, S., Choi, J., Lee, S., Kim, E., Lee, B., y Bang, L. (2023). Surface properties of concrete and bonding strength of pine resin-based adhesives to concrete surfaces. *Advances in*

Civil Engineering, 2023, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2023/8829409>

Pintea, A., Manea, D. , Aciu, C., Jumate, E., y Fechete, R. (2020). Plastering mortar with organic natural polymers studied by ^1H NMR relaxometry. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0000321>

Puicon Rodriguez, F. O. (2025). Evaluación de las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento Portland adicionando resina de colofonia en muros de albañilería confinada. *Ingenio*, 8(2), 115–126.
<https://doi.org/10.29166/ingenio.v8i2.8254>

Ribas, V. , y Dopazo, C. (2020). El aprovechamiento de madera teosa de *Pinus halepensis* Mill. y los hornos de alquitrán en Ibiza (Islas Baleares). *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 46(1), 139-160. <https://doi.org/10.31167/csefv0i46.19885>

Romero, A. (2022). *Diseño experimental de un mortero de cemento reforzado con fibras naturales de origen animal “plumas de aves”* [Tesis de pregrado, Universidad Internacional Del Ecuador – Sede Loja, Ecuador].

SENCICO. (2019). Norma E.060 concreto armado.
<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>

SENCICO. (2019). Norma técnica E.070 albañilería.
<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>

Sotero Veliz, D. L. (2023). *Elaboración y caracterización de un mortero seco con adición de cáscara de plátano pulverizada* [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán]. Pimentel, Perú.

Tello Paucar, D. J. P. (2023). *Muros de tabiquería con mortero bastardo – aplicación y beneficios en viviendas del distrito de Chilca en Huancayo* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI.

Vargas Mamani, A. (2022). *Influencia de las resinas de molle y pino en el pavimento rígido f'c.210kg/cm² calle Triunfadores, San Jerónimo – Cusco 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo].

Viera, P., Morillo, D., & Parion, J. (2022). Influencia de fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de morteros de cemento - arena, y cemento, cal y arena. *Investigación Y Desarrollo*, 13(1), 59–71. <https://doi.org/10.29166/revfig.v13i1.3410>

Žižlavský, T., Vyšvařil, M., & Bayer, P. (2023). Fine pumice as pozzolanic additive in restoration lime mortars. *RILEM Bookseries*, 426–435.https://doi.org/10.1007/978-3-031-31472-8_34

CAPÍTULO VII:

ANEXOS

Anexo 01- Matriz de consistencia

| TITULO | FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | HIPÓTESIS | OBJETIVOS | VARIABLES |
|--|--|--|--|--|
| Problema General: | | | Objetivo General: | |
| ¿Cómo influye la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero en el contexto de Nuevo Chimbote -2024? | | | Determinar la influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero - Nuevo Chimbote -2024 | INDEPENDIENTE Resina de pino |
| Problemas Específicos: | | | Objetivos Específicos: | |
| Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero - Nuevo Chimbote -2024 | ¿Cuáles son las propiedades físicas de la resina de pino? | La incorporación de resina de pino influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del mortero en Nuevo Chimbote – 2024. | Determinar las propiedades físicas de la resina de pino. | |
| | ¿Cómo varían las propiedades físicas y mecánicas del mortero al incorporar diferentes porcentajes de resina de pino (0%;1%;1.5%;2%)? | | Determinar las propiedades físicas y mecánicas del mortero con adición de resina de pino en distintos porcentajes (0%;1%;1.5%;2%). | DEPENDIENTE Mortero |
| | ¿Cuál es la variación de costo del mortero con el porcentaje idóneo de resina de pino frente al mortero convencional? | | Determinar el costo del mortero con el idóneo porcentaje de resina de pino y el costo del mortero convencional. | |

Anexo 02 – Matriz de operacionalización de variables

| Variables | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumento | Escala de medición |
|-------------------------|-----------------------|--|-----------------------------|--|---|--------------------|
| Variable Independiente: | Resina de pino | <p>Según Insumos Químicos Perú (2023), es una resina natural que se obtiene mediante la destilación de la goma de pino. Está compuesto por una mezcla de ácidos resinosos, siendo el ácido abiético el componente mayoritario. Este producto tiene la propiedad de ser soluble en cetonas, diluyentes orgánicos, alcohol, gasolineras, trementinas e hidrocarburos aromáticos.</p> <p>Se adquirió la resina de pino en la región Lima, en presentación sólida en bolsa de 5kg. La misma que fue triturada manualmente y tamizada por el tamiz N°200. La resina de pino se dosificará como el porcentaje, en peso, de resina de pino con respecto al total de la mezcla de mortero.</p> | Características físicas | Granulometría | Protocolos de laboratorio – NTP 400.012 | Razón |
| | | | Densidad relativa | Ficha técnica | Razón | |
| | | | Peso unitario | Protocolos de laboratorio - NTP 399.610 | Razón | |
| Variable Dependiente: | Mortero | <p>Según Gallegos & Casabonne (2005), se definió conceptualmente como una mezcla compuesta principalmente por cemento, agregado fino y agua. La función principal de esta mezcla es proveer adhesión completa, fuerte y durable entre las unidades de albañilería.</p> <p>Operacionalmente, para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del mortero, se incorporará resina de pino como aditivo durante su preparación, variando los porcentajes en 0 %, 1 %, 1.5 % y 2 % para analizar su impacto en dichas propiedades, ya que las características físicas del mortero se medirán a través de pruebas específicas, incluyendo la determinación del peso unitario y fluidez durante la fase fresca, por otro lado las propiedades mecánicas se evaluarán mediante pruebas de resistencia a la compresión, adherencia y resistencia de diagonal de murete en la etapa endurecida.</p> | Propiedades físicas | Fluidez | Protocolos de laboratorio – NTP 334.057 | Razón |
| | | | Resistencia a la compresión | Protocolos de laboratorio - NTP 334.051 | Razón | |
| | | | Adherencia | Protocolos de laboratorio - NCh 167 Of. 2001 | Razón | |
| | | | Propiedades mecánicas | Resistencia de diagonal de murete de albañilería | Protocolos de laboratorio - NTP 399.621 | Razón |

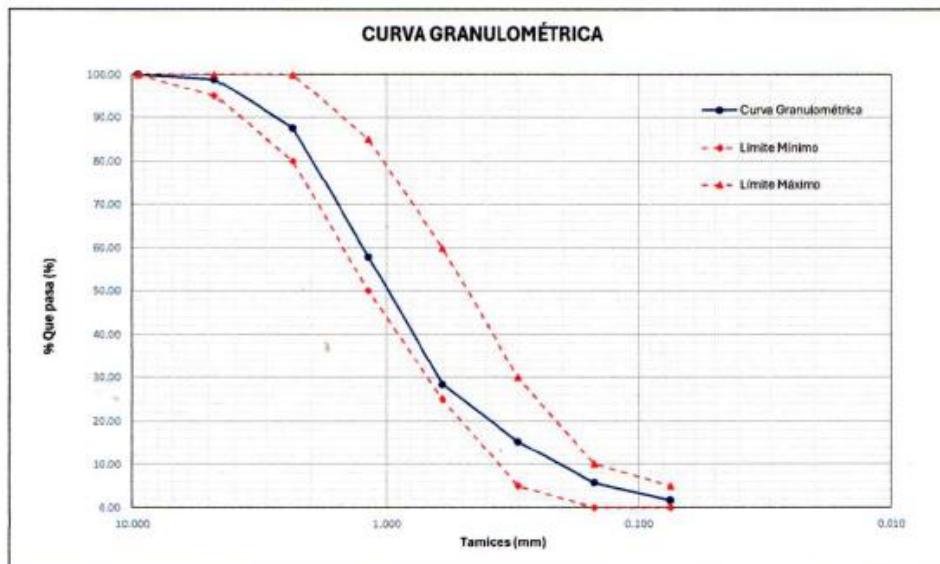
Anexo 03 – Ensayos a los agregados que conforman el mortero

- Granulometría del agregado fino

| | | | | |
|--|---|--|--------|--------------------------|
| <p>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 400.012</p> | FORMATO DE ENSAYO | | Código | 0201413036 0201413053 |
| | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO | | Fecha | 25/10/2024 |
| | | | Página | 1 de 4 |

PROYECTO : Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero - Nuevo Chimbote -2024
TESISTAS : Bach. Merino Rabanal Nicole Janeett
 Bach. Torres Ramírez Jesebell Xenia
MATERIAL : Agregado Fino
CANTERA : Don Ramón I
UBICACIÓN : Nuevo Chimbote, Santa, Áncash
FECHA : 25-Oct-24

| Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Límites | | Datos de la muestra |
|-------|---------------|--------------------|--------------------|----------------------|------------|-------------|--------|---|
| | | | | | | NTP 400.037 | Mínimo | |
| 3/8" | 9.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 | 100 | |
| Nº4 | 4.750 | 26.10 | 1.16 | 1.16 | 98.84 | 95 | 100 | |
| Nº8 | 2.360 | 252.90 | 11.25 | 12.41 | 87.59 | 80 | 100 | |
| Nº16 | 1.180 | 667.20 | 29.68 | 42.09 | 57.91 | 50 | 85 | Características físicas: Contenido de humedad: 0.57% Modulo de Finura: 3.06 |
| Nº30 | 0.600 | 665.30 | 29.60 | 71.69 | 28.31 | 25 | 60 | |
| Nº50 | 0.300 | 294.60 | 13.10 | 84.79 | 15.21 | 5 | 30 | |
| Nº100 | 0.150 | 214.40 | 9.54 | 94.33 | 5.67 | 0 | 10 | |
| Nº200 | 0.075 | 90.40 | 4.02 | 98.35 | 1.65 | 0 | 5 | |
| Fondo | - | 37.10 | 1.65 | 100.00 | 0.00 | | | |
| Total | | 2248.00 | | 100.00 | | | | |



Ms. Júlio César Rivasplata Diaz
Jefe de Laboratorio de Tecnología de Concreto y
Mecánica de Suelos
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de Tecnología de Concreto y
Mecánica de Suelos
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

MUESTRA :

ARENA GRUESA DE CANTERA "DON RAMON I"

- **Peso unitario suelto y compactado del agregado fino**

| | | | |
|--|---|--------|--------------------------|
| | FORMATO DE ENSAYO | Código | 0201413036 0201413053 |
| | PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO NTP 400.017 | Fecha | 29/10/2024 |
| | | Página | 3 de 4 |

| | |
|------------------|---|
| PROYECTO | : Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero - Nuevo Chimbote -2024 |
| TESISTAS | : Bach. Merino Rabanal Nicole Janeett Bach. Torres Ramírez Jesebell Xenia |
| MATERIAL | : Agregado Fino |
| CANTERA | : Don Ramón I |
| UBICACIÓN | : Nuevo Chimbote, Santa, Áncash |
| FECHA | : 29-Oct-24 |

$$\text{Peso Unitario Suelto} = M \left(1 + \frac{A}{100} \right)$$

M: Peso Unitario del Agregado

A: % de Absorción NTP 400.021 ó 400.022

% A: 1.12

Peso Unitario Suelto (ASTM C-29 / NTP 400.017)

| Descripción | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Promedio |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Peso del molde (gr) | 4524.20 | 4524.20 | 4530.00 | |
| Volumen del molde (cm^3) | 2775.73 | 2775.73 | 2775.73 | |
| Peso del molde + muestra suelta (gr) | 8656.30 | 8624.50 | 8659.20 | |
| Peso de la muestra suelta | 4132.10 | 4100.30 | 4135.00 | |
| Peso unitario suelto (kg/m^3) | 1488.65 | 1477.20 | 1489.70 | 1485.18 |
| | | | | 1468.69 |

Peso Unitario Compactado (ASTM C-29 / NTP 400.017)

| Descripción | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Promedio |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Peso del molde (gr) | 4524.20 | 4524.20 | 4524.20 | |
| Volumen del molde (cm^3) | 2775.73 | 2775.73 | 2775.73 | |
| Peso del molde + muestra suelta (gr) | 9025.00 | 9086.60 | 9059.20 | |
| Peso de la muestra suelta | 4500.80 | 4562.40 | 4535.00 | |
| Peso unitario suelto (kg/m^3) | 1621.48 | 1643.68 | 1633.80 | 1632.99 |
| | | | | 1614.85 |



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Jefe de Laboratorio de Tecnología de Concreto y
Mecánica de Suelos
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de Tecnología de Concreto y
Mecánica de Suelos
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- Contenido de humedad del agregado fino

| | | | |
|---|-------------------------------------|--------|--------------------------|
|  | FORMATO DE ENSAYO | Código | 0201413036 0201413053 |
| | CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185 | | Fecha 24/10/2024 |
| | | Página | 2 de 4 |

| | |
|-----------|---|
| PROYECTO | : Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero - Nuevo Chimbote -2024 |
| TESISTAS | : Bach. Merino Rabanal Nicole Janeett Bach. Torres Ramirez Jesebell Xenia |
| MATERIAL | : Agregado Fino |
| CANTERA | : Don Ramón I |
| UBICACIÓN | : Nuevo Chimbote, Santa, Áncash |
| FECHA | : 24-Oct-24 |

$$W = [(M_{CWS} - M_{CS}) / (M_{CS} - M_C)] * 100$$

W: Contenido de Humedad en Porcentaje

M_{CWS}: Peso del contenedor + suelo húmedo (gr.)

M_{CS}: Peso del contenedor + suelo secado en horno (gr.)

M_C: Peso del contenedor (gr.)

Contenido de Humedad del Agregado Fino (ASTM D-2216 / NTP 339.185)

| Descripción | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Promedio |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Peso del recipiente (gr) | 38.050 | 41.751 | 39.793 | |
| Peso del recipiente + muestra húmeda (gr) | 161.292 | 160.379 | 162.866 | |
| Peso del recipiente + muestra seca (gr) | 160.601 | 159.736 | 162.145 | |
| Peso de muestra húmeda (gr) | 123.242 | 118.628 | 123.073 | |
| Peso de muestra seca (gr) | 122.551 | 117.985 | 122.352 | |
| Peso de agua (gr) | 0.691 | 0.643 | 0.721 | |
| Contenido de Humedad (%) | 0.564 | 0.545 | 0.589 | 0.57 |



Ms. Julio César Rivasplata Diaz
Jefe de Laboratorio de Tecnología de Concreto y
Mecánica de Suelos
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de Tecnología de Concreto y
Mecánica de Suelos
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- **Peso Específico y Absorción del agregado fino**

| | | | |
|--|--|---------------|--------------------------|
| <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p> | FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN <small>NTP 400.022</small> | Código | 0201413036 0201413053 |
| | Fecha | 06/11/2024 | |
| | Página | 4 de 4 | |

| | | |
|------------------|---|---|
| PROYECTO | : | Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero - Nuevo Chimbote -2024 |
| TESISTAS | : | Bach. Merino Rabanal Nicole Janeett Bach. Torres Ramírez Jesebell Xenia |
| MATERIAL | : | Agregado Fino |
| CANTERA | : | Dan Ramón I |
| UBICACIÓN | : | Nuevo Chimbote, Santa, Áncash |
| FECHA | : | 06-Nov-24 |

$$\% \text{Absorción} = 100 * [(S - A) / A]$$

S: Masa de muestra saturada superficialmente seca (gr.)
A: Masa de muestra seca al horno (gr.)

Absorción (ASTM C-128 / NTP 400.022)

| Descripción | Muestra | Muestra | Promedio |
|---|----------------|----------------|-----------------|
| Peso de tara (gr.) | 27.891 | 42.039 | |
| Peso de Tara + Muestra Saturada Superficialmente Seca (gr.) | 165.627 | 189.111 | |
| S = Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (gr.) | 137.736 | 147.072 | |
| Peso de Tara + Muestra Secada al horno (gr.) | 163.695 | 187.910 | |
| A = Peso de la Muestra Secada al Horno (gr.) | 135.804 | 145.871 | |
| Absorción (%) | 1.423 | 0.823 | 1.12 |

$$\text{Peso Específico} = A / (B + S - C)$$

S: Masa de muestra saturada superficialmente seca (gr.)
A: Masa de muestra seca al horno (gr.)
B: Masa del picrómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr.)
C: Masa del Picrómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr.)

Peso Específico (ASTM C-128 / NTP 400.022)

| Descripción | Muestra | Muestra | Promedio |
|---|----------------|----------------|-----------------|
| S= Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr) | 500.00 | 500.00 | |
| A= Peso de muestra seca (gr) | 496.80 | 496.20 | |
| B= Peso del picrómetro + agua (gr) | 645.60 | 680.50 | |
| C= Peso del picrómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr) | 964.00 | 991.80 | |
| Peso específico | 2.74 | 2.63 | 2.68 |



Ms. Julio César Rivasplata Diaz
Jefe de Laboratorio de Tecnología de Concreto y
Mecánica de Suelos
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de Tecnología de Concreto y
Mecánica de Suelos
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 04 – Ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del mortero con distintos porcentajes de resina de piso (0%;1%;1.5%;2%)

A) PROPIEDADES FÍSICAS

- Fluidez del mortero



(511) 678 2806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



| | | | |
|-------------------------------------|---|---|--------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código Revisión Aprobado Fecha | FOR-LAB-MS-002 1 CC-MTL ... |
|-------------------------------------|---|---|--------------------------------------|

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

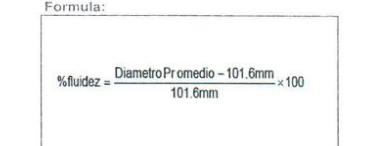
| | |
|------------------------|---|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | : Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBOTE |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| PATRÓN | | |
|---------|---|-------|
| Cemento | g | 500 |
| Agua | g | 337.5 |
| A. Fino | g | 1750 |
| Resina | g | 0 |

Formula:

$$\% \text{fluidez} = \frac{\text{Diametro Promedio} - 101.6\text{mm}}{101.6\text{mm}} \times 100$$

| Lecturas de fluidez: | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 218 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 218 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 217 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 218 |



| Valores de diseño: | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 114.3 |
| Diametro promedio (mm) | 217.8 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

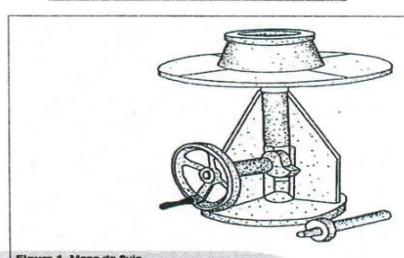


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|----------------|--|--|
| | MTL GEOTECNIA Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



(511) 678 2806 / 989 349 903



Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú



informes@mtlgeotecniasac.com



www.mtlgeotecniasac.com



ISO
9001



SGS



0005

| | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código Revisión Aprobado Fecha | FOR-LAB-MS-002 1 CC-MTL --- |
|---|--|---|--------------------------------------|

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

| | |
|------------------------------|--|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | : Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBOTE |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| PATRÓN | | |
|---------|---|-------|
| Cemento | g | 500 |
| Agua | g | 337.5 |
| A. Fino | g | 1750 |
| Resina | g | 0 |

Formula:

$$\% \text{Fluidez} = \frac{\text{Diametro Promedio} - 101.6 \text{mm}}{101.6 \text{mm}} \times 100$$

Lecturas de fluidez:

| | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 217 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 216 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 218 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 218 |

Valores de diseño:

| | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 113.8 |
| Diametro promedio (mm) | 217.3 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

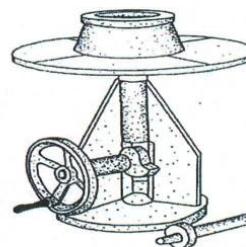


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|-------------------------|--|--|
| Jefe de Laboratorio | MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA |





(511) 678 2806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



| | | |
|-------------------------------------|---|-----------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código FOR-LAB-MS-002 |
| | | Revisión 1 |
| | | Aprobado CC-MTL |
| | | Fecha --- |

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

| | |
|------------------------|---|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | : Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBORO - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBORO |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| PATRÓN | | |
|---------|---|-------|
| Cemento | g | 500 |
| Agua | g | 337.5 |
| A. Fino | g | 1750 |
| Resina | g | 0 |

Formula:

$$\% \text{Fluidez} = \frac{\text{Diametro Promedio} - 101.6\text{mm}}{101.6\text{mm}} \times 100$$

| Lecturas de fluidez: | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 219 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 219 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 218 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 218 |

| Valores de diseño: | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 115.1 |
| Diametro promedio (mm) | 218.5 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

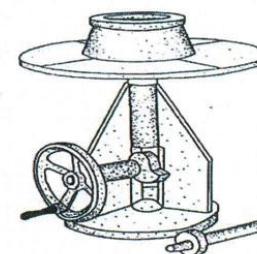


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|--|--|
| | MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



(511) 678 2806 / 989 349 903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com



| | | |
|-------------------------------------|---|------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código: FOR-LAB-MS-002 |
| | | Revisión 1 |
| | | Aprobado CC-MTL |
| | | Fecha --- |

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

| | |
|------------------------|---|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | : Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBOTE |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| 1% RESINA DE PINO | | |
|-------------------|---|-------|
| Cemento | 9 | 500 |
| Agua | 9 | 337.5 |
| A. Fino | 9 | 1750 |
| Resina 1% | 9 | 5.0 |

Formula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diametro Promedio} - 101.6 \text{ mm}}{101.6 \text{ mm}} \times 100$$

Lecturas de fluidez:

| | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 214 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 215 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 215 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 215 |

Valores de diseño:

| | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 111.4 |
| Diametro promedio (mm) | 214.8 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

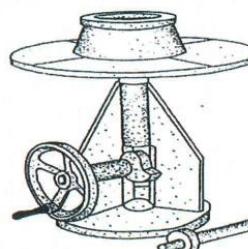


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|-------------------------|--|--|
| Jefe de Laboratorio | MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



(511) 678 2806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



| | | |
|---|--|--------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código FOR-LAB-MS-002 |
| | | Revisión 1 |
| | | Aprobado CC-MTL |
| | | Fecha --- |

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

| | |
|------------------------------|--|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | : Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBOTE |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| 1% RESINA DE PINO | | |
|-------------------|---|-------|
| Cemento | g | 500 |
| Agua | g | 337.5 |
| A. Fino | g | 1750 |
| Resina 1% | g | 5.0 |

Lecturas de fluidez:

| | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 216 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 214 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 215 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 216 |

Valores de diseño:

| | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 111.9 |
| Diametro promedio (mm) | 215.3 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

Formula:

$$\% \text{fluidez} = \frac{\text{DiametroPromedio} - 101.6\text{mm}}{101.6\text{mm}} \times 100$$

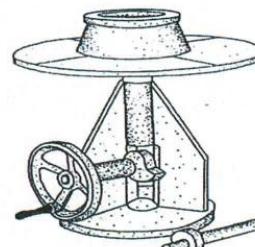


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| | | |
|---------------------|--|----------------------------------|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
| | MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



(511) 678 2806 / 989 349 903



Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú



informes@mtlgeotecniasac.com



www.mtlgeotecniasac.com



| | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código Revisión Aprobado Fecha | FOR-LAB-MS-002 1 CC-MTL --- |
|---|--|---|--------------------------------------|

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

| | |
|------------------------------|--|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | : Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBOTE |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| 1% RESINA DE PINO | | |
|-------------------|---|-------|
| Cemento | g | 500 |
| Agua | g | 337.5 |
| A. Fino | g | 1750 |
| Resina 1% | g | 5.0 |

Formula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diametro Promedio} - 101.6 \text{ mm}}{101.6 \text{ mm}} \times 100$$

Lecturas de fluidez:

| | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 215 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 215 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 214 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 216 |

Valores de diseño:

| | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 111.6 |
| Diametro promedio (mm) | 215.0 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

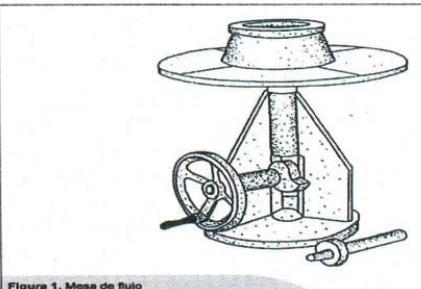


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|-------------------------|--|--------------------------------------|
| Jefe de Laboratorio | MTL GEOTECNIA SAC Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



(511) 678 2806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



| | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código Revisión Aprobado Fecha | FOR-LAB-MS-002 1 CC-MTL --- |
|---|--|---|--------------------------------------|

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

| | |
|------------------------------|--|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | : Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBOTE |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| 1.5% RESINA DE PINO | | |
|---------------------|---|-------|
| Cemento | g | 500 |
| Agua | g | 337.5 |
| A. Fino | g | 1750 |
| Resina 1.5% | g | 7.5 |

Formula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diametro Promedio} - 101.6 \text{ mm}}{101.6 \text{ mm}} \times 100$$

Lecturas de fluidez:

| | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 214 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 214 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 213 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 214 |

Valores de diseño:

| | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 110.4 |
| Diametro promedio (mm) | 213.8 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

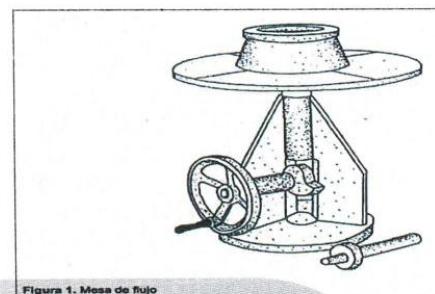


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|--|----------------------------------|
| | MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



(511) 678 2806 / 989 349 903



Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú



informes@mtlgeotecniasac.com



www.mtlgeotecniasac.com



| | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código Revisión Aprobado Fecha | FOR-LAB-MS-002 1 CC-MTL --- |
|---|--|---|--------------------------------------|

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

| | |
|------------------------------|--|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | : Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBOTE |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| 1.5% RESINA DE PINO | | |
|---------------------|---|-------|
| Cemento | g | 500 |
| Agua | g | 337.5 |
| A. Fino | g | 1750 |
| Resina 1.5% | g | 7.5 |

Formula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diametro Promedio} - 101.6 \text{ mm}}{101.6 \text{ mm}} \times 100$$

Lecturas de fluidez:

| | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 215 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 213 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 213 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 213 |

Valores de diseño:

| | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 110.1 |
| Diametro promedio (mm) | 213.5 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

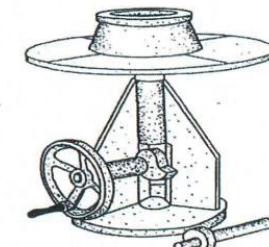


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|--|--|
| | MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | MTL GEOTECNIA SAC Control de Calidad MTL GEOTECNIA |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |





| | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código Revisión Aprobado Fecha | FOR-LAB-MS-002 1 CC-MTL --- |
|---|--|---|--------------------------------------|

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

| | |
|------------------------------|--|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBOTE |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| 1.5% RESINA DE PINO | | |
|---------------------|---|-------|
| Cemento | g | 500 |
| Agua | g | 337.5 |
| A. Fino | g | 1750 |
| Resina 1.5% | g | 7.5 |

Formula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diametro Promedio} - 101.6 \text{ mm}}{101.6 \text{ mm}} \times 100$$

| Lecturas de fluidez: | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 213 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 213 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 213 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 214 |

| Valores de diseño: | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 109.9 |
| Diametro promedio (mm) | 213.3 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

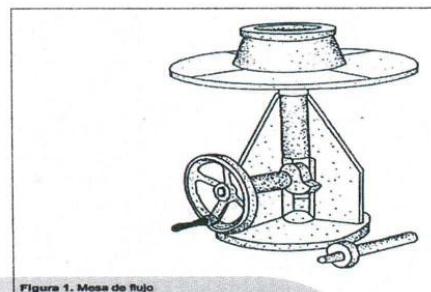


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|-------------------------|--|--------------------------------------|
| Jefe de Laboratorio | MTL GEOTECNIA Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |
| | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | |





| | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código Revisión Aprobado Fecha | FOR-LAB-MS-002 1 CC-MTL --- |
|---|--|---|--------------------------------------|

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

| | |
|------------------------------|--|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | : Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBOTE |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| 2% RESINA DE PINO | | |
|-------------------|---|-------|
| Cemento | g | 500 |
| Agua | g | 337.5 |
| A. Fino | g | 1750 |
| Resina 2% | g | 10.0 |

Formula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diametro Promedio} - 101.6 \text{ mm}}{101.6 \text{ mm}} \times 100$$

Lecturas de fluidez:

| | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 208 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 209 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 208 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 209 |

Valores de diseño:

| | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 105.2 |
| Diametro promedio (mm) | 208.5 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

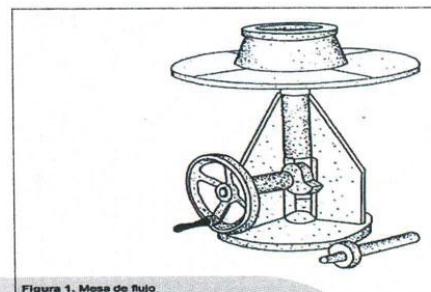


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| | | |
|---------------------|---|----------------------------------|
| Elaborado por: | Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Aprobado por: |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



(511) 678 2806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



| | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código Revisión Aprobado Fecha | FOR-LAB-MS-002 1 CC-MTL --- |
|---|--|---|--------------------------------------|

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

| | |
|------------------------------|--|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | : Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBORTE - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBORTE |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| 2% RESINA DE PINO | | |
|-------------------|---|-------|
| Cemento | g | 500 |
| Agua | g | 337.5 |
| A. Fino | g | 1750 |
| Resina 2% | g | 10.0 |

Formula:

$$\% \text{Fluidez} = \frac{\text{Diametro Promedio} - 101.6\text{mm}}{101.6\text{mm}} \times 100$$

| Lecturas de fluidez: | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 207 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 208 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 209 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 208 |

| Valores de diseño: | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 104.7 |
| Diametro promedio (mm) | 208.0 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

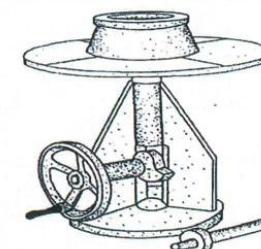


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|--|----------------------------------|
| | MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



(511) 678 2806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



| | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO | Código Revisión Aprobado Fecha | FOR-LAB-MS-002 1 CC-MTL --- |
|---|--|---|--------------------------------------|

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C1437

| | |
|------------------------------|--|
| REFERENCIA AUTOR TESIS | Datos de Laboratorio JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 |
| UBICACION | NUEVO CHIMBOTE |
| ENSAYO | 18/03/2025 |

| 2% RESINA DE PINO | | |
|-------------------|---|-------|
| Cemento | g | 500 |
| Agua | g | 337.5 |
| A. Fino | g | 1750 |
| Resina 2% | g | 10.0 |

Formula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diametro Promedio} - 101.6 \text{ mm}}{101.6 \text{ mm}} \times 100$$

Lecturas de fluidez:

| | |
|-------------------------|-----|
| Diámetro lectura 1 (mm) | 207 |
| Diámetro lectura 2 (mm) | 208 |
| Diámetro lectura 3 (mm) | 209 |
| Diámetro lectura 4 (mm) | 208 |

Valores de diseño:

| | |
|------------------------|-------|
| %Fluidez | 104.7 |
| Diametro promedio (mm) | 208.0 |
| Diametro inicial (mm) | 101.6 |

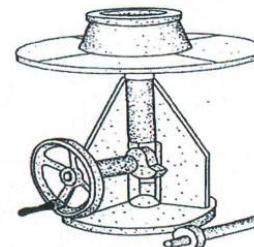


Figura 1. Mesa de flujo

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|--|--|
| | MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | MTL GEOTECNIA SAC Control de Calidad MTL GEOTECNIA |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



- Peso unitario del mortero

| | | | |
|---|--|--------|------------|
|  | FORMATO DE ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO NTP 339.046 | Código | 0201413036 |
| | | Fecha | 26/12/2024 |
| | | Página | 1 de 1 |

PROYECTO : Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero - Nuevo Chimbote - 2024
 TESISTAS : Bach. Merino Rabanal Nicole Janeett
 Bach. Torres Ramírez Jesebell Xenia
 MATERIAL : Mortero
 CANTERA : Don Ramón I
 UBICACIÓN : Nuevo Chimbote, Santa, Áncash
 FECHA : 26-Dic-24

| Proporción de Mezcla de mortero patrón | cemento | arena gruesa | Agua (% del peso de cemento + arena) |
|--|---------|--------------|--------------------------------------|
| | 1 | 3.5 | 15% |

| Proporción de Mezcla de mortero patrón + resina de pino | cemento | arena gruesa | Agua (% del peso de cemento + arena) | Resina (% del peso del cemento) |
|---|---------|--------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| | 1 | 3.5 | 15% | (1%,1.5%,2%) |

| Datos del Recipiente | | |
|----------------------|---------|-----------------|
| Moldé 1 | Moldé 2 | Promedio |
| Diámetro | 15.10 | 15.20 |
| Altura | 15.00 | 16.00 |
| Volumen del molde | 2884.26 | cm ³ |
| Peso del molde | 4.53 | kg = 4530 gr |

MORTERO PATRÓN

| Peso Unitario (ASTM C-138 / NTP 339.046) | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|----------|
| Descripción | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Promedio |
| Peso del molde (gr) | 4530.00 | 4530.00 | 4530.00 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2884.26 | 2884.26 | 2884.26 | |
| Peso del molde + muestra suelta (gr) | 10710.00 | 10705.00 | 10715.00 | |
| Peso de la muestra suelta | 6180.00 | 6176.00 | 6185.00 | |
| Peso unitario suelto (kg/m ³) | 2142.66 | 2140.93 | 2144.40 | 2142.66 |

MORTERO PATRÓN + 1.0%

| Peso del molde | 4.54 | kg = | 4540 gr |
|----------------|------|------|---------|
|----------------|------|------|---------|

| Peso Unitario (ASTM C-138 / NTP 339.046) | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|----------|
| Descripción | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Promedio |
| Peso del molde (gr) | 4540.00 | 4540.00 | 4540.00 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2884.26 | 2884.26 | 2884.26 | |
| Peso del molde + muestra suelta (gr) | 10930.40 | 10388.10 | 10173.60 | |
| Peso de la muestra suelta | 5830.40 | 5848.10 | 5633.60 | |
| Peso unitario suelto (kg/m ³) | 2021.45 | 2027.59 | 1963.22 | 2000.76 |

MORTERO PATRÓN + 1.5%

| Peso del molde | 4.54 | kg = | 4540 gr |
|----------------|------|------|---------|
|----------------|------|------|---------|

| Peso Unitario (ASTM C-138 / NTP 339.046) | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|----------|
| Descripción | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Promedio |
| Peso del molde (gr) | 4540.00 | 4540.00 | 4540.00 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2884.26 | 2884.26 | 2884.26 | |
| Peso del molde + muestra suelta (gr) | 10091.50 | 10105.50 | 10106.50 | |
| Peso de la muestra suelta | 5561.50 | 5565.50 | 5565.50 | |
| Peso unitario suelto (kg/m ³) | 1924.76 | 1929.61 | 1929.61 | 1927.99 |

MORTERO PATRÓN + 2.0%

| Peso del molde | 4.5236 | kg = | 4523.6 gr |
|----------------|--------|------|-----------|
|----------------|--------|------|-----------|

| Peso Unitario (ASTM C-138 / NTP 339.046) | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|----------|
| Descripción | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Promedio |
| Peso del molde (gr) | 4523.60 | 4523.60 | 4523.60 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2884.26 | 2884.26 | 2884.26 | |
| Peso del molde + muestra suelta (gr) | 10669.80 | 10632.20 | 10636.30 | |
| Peso de la muestra suelta | 6136.20 | 6108.60 | 6112.70 | |
| Peso unitario suelto (kg/m ³) | 2127.48 | 2117.91 | 2119.33 | 2121.57 |



Ms. Julio César Rivasplata Diaz
Jefe de Laboratorio de Tecnología de Concreto y
Mecánica de Suelos
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de Tecnología de Concreto y Mecánica de Suelos
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- Resistencia a la compresión del mortero del mortero sin cal



| |
|--|
| MTC E - 609 COMPRESION DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO (CUBOS DE 50,8 MM) |
| TESIS: INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 |

FECHA : 17 DE DICIEMBRE DEL 2024
SOLICITA : JESEBELL TORRES RAMIREZ
NICOLE MERINO RABANAL

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 [PERUTEST] - EXP:0073 CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

| Nº PROBETA | TESTIGO - ELEMENTO | FECHA DE MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | EDAD DIAS | CARGA MAXIMA KG | SECCIÓN CM2 | RESISTENCIA FINAL KG/CM2 |
|---------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|
| 1 | D01 | 10/12/2024 | 17/12/2024 | 7 | 2480 | 24.30 | 102.04 |
| 2 | D02 | 10/12/2024 | 17/12/2024 | 7 | 2610 | 24.97 | 104.53 |
| 3 | D03 | 10/12/2024 | 17/12/2024 | 7 | 2670 | 23.86 | 111.91 |



Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote
Teléfonos 977764609 - correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com - RUC 20445792439



ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.



MTC E - 609 COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO
HIDRAULICO (CUBOS DE 50,8 MM)

TESIS: INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO
CHIMBOTE - 2024

FECHA : 24 DE DICIEMBRE DEL 2024
SOLICITA : JESEBELL TORRES RAMIREZ
NICOLE MERINO RABANAL

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073 CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

| Nº PROBETA | TESTIGO - ELEMENTO | FECHA DE MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | EDAD DIAS | CARGA MAXIMA KG | SECCIÓN CM2 | RESISTENCIA FINAL KG/CM2 |
|------------|-----------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------------|-------------|--------------------------|
| 1 | PATRON - SIN CAL - D1 | 10/12/2025 | 24/12/2025 | 14 | 3380 | 25.49 | 132.60 |
| 2 | PATRON - SIN CAL - D2 | 10/12/2025 | 24/12/2025 | 14 | 3250 | 26.34 | 123.38 |
| 3 | PATRON - SIN CAL - D3 | 10/12/2025 | 24/12/2025 | 14 | 3270 | 26.83 | 121.88 |



ICCSA INGENIEROS SAC
Ing. JHANCARLOS DARIO GAMARRA ABAD
Ing° CIVIL - CIP 277101

Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote
Teléfonos 977764609 - correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com - RUC 20445792439



**MTC E - 609 COMPRESION DE MORTEROS DE CEMENTO
HIDRAULICO (CUBOS DE 50,8 MM)**

INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024

FECHA : 07 DE ENERO DEL 2025
SOLICITA : JESEBELL TORRES RAMIREZ
NICOLE MERINO RABANAL

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073 CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

| Nº PROBETA | TESTIGO - ELEMENTO | FECHA DE MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | EDAD DIAS | CARGA MAXIMA KG | SECCIÓN CM2 | RESISTENCIA FINAL KG/CM2 |
|------------|--------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------------|-------------|--------------------------|
| 1 | D1-PATRON-SIN CAL | 10/12/2024 | 07/01/2025 | 28 | 3550 | 25.29 | 140.37 |
| 2 | D2-PATRON-SIN CAL | 10/12/2024 | 07/01/2025 | 28 | 3560 | 24.37 | 146.09 |
| 3 | D3-PATRON-SIN CAL | 10/12/2024 | 07/01/2025 | 28 | 3590 | 23.79 | 150.87 |



ICCSA INGENIEROS SAC
Ing. JHANCARLOS DARIO GAMARRA ABAD
Ing° CIVIL - CIP 277101

Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote
Teléfonos 977764609 - 943619979 – correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com – RUC 20445792439



ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.



MTC E - 609 COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO
HIDRAULICO (CUBOS DE 50,8 MM)

TESIS: INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO
CHIMBOTE - 2024

FECHA : 02 DE ENERO DEL 2025
SOLICITA : JESEBELL TORRES RAMIREZ
NICOLE MERINO RABANAL

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073 CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

| Nº PROBETA | TESTIGO - ELEMENTO | FECHA DE MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | EDAD DIAS | CARGA MAXIMA KG | SECCIÓN CM2 | RESISTENCIA FINAL KG/CM2 |
|------------|-------------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------------|-------------|--------------------------|
| 1 | D1-PATRON- 1% SIN CAL | 26/12/2024 | 02/01/2025 | 7 | 2720 | 24.58 | 110.67 |
| 2 | D2-PATRON- 1% SIN CAL | 26/12/2024 | 02/01/2025 | 7 | 2710 | 24.11 | 112.41 |
| 3 | D3-PATRON- 1% SIN CAL | 26/12/2024 | 02/01/2025 | 7 | 2830 | 26.36 | 107.37 |
| 4 | D1-PATRON- 1.5% SIN CAL | 26/12/2024 | 02/01/2025 | 7 | 3020 | 25.29 | 119.42 |
| 5 | D2-PATRON- 1.5% SIN CAL | 26/12/2024 | 02/01/2025 | 7 | 2890 | 24.37 | 118.60 |
| 6 | D3-PATRON- 1.5% SIN CAL | 26/12/2024 | 02/01/2025 | 7 | 2910 | 23.79 | 122.30 |



ICCSA INGENIEROS SAC

Ing. JHANCARLOS DARIO GAMARRA ABAD
Ingº CIVIL _ CIP 277101

Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote
Teléfonos 977764609 - correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com – RUC 20445792439



ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.



MTC E - 609 COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO (CUBOS DE 50,8 MM)

TESIS: INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024

FECHA : 09 DE ENERO DEL 2025
SOLICITA : JESEBELL TORRES RAMIREZ
NICOLE MERINO RABANAL

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073 CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

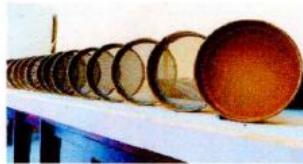
| Nº PROBETA | TESTIGO - ELEMENTO | FECHA DE MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | EDAD DIAS | CARGA MAXIMA KG | SECCIÓN CM2 | RESISTENCIA FINAL KG/CM2 |
|------------|-------------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------------|-------------|--------------------------|
| 1 | D1-PATRON- 1% SIN CAL | 26/12/2024 | 09/01/2025 | 14 | 3360 | 25.29 | 132.86 |
| 2 | D2-PATRON- 1% SIN CAL | 26/12/2024 | 09/01/2025 | 14 | 3310 | 24.37 | 135.82 |
| 3 | D3-PATRON- 1% SIN CAL | 26/12/2024 | 09/01/2025 | 14 | 3120 | 23.79 | 131.15 |
| 4 | D1-PATRON- 1.5% SIN CAL | 26/12/2024 | 09/01/2025 | 14 | 3330 | 24.58 | 135.48 |
| 5 | D2-PATRON- 1.5% SIN CAL | 26/12/2024 | 09/01/2025 | 14 | 3540 | 24.11 | 146.83 |
| 6 | D3-PATRON- 1.5% SIN CAL | 26/12/2024 | 09/01/2025 | 14 | 3480 | 26.36 | 132.02 |



ICCSA INGENIEROS SAC

Ing. JHANCARLOS DARIO GAMARRA ABAD
Ingº CIVIL _ CIP 277101

Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote
Teléfonos 977764609 - correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com - RUC 20445792439



ICCSA INGENIEROS SAC

**PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.**



**MTC E - 609 COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO
HIDRAULICO (CUBOS DE 50,8 MM)**

**TESIS: INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO
CHIMBOTE - 2024**

FECHA : 23 DE ENERO DEL 2025
SOLICITA : JESEBELL TORRES RAMIREZ
NICOLE MERINO RABANAL

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 [PERUTEST] - EXP:0073 CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

| Nº PROBETA | TESTIGO - ELEMENTO | FECHA DE MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | EDAD DIAS | CARGA MAXIMA KG | SECCIÓN CM2 | RESISTENCIA FINAL KG/CM2 |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 1 | D1-PATRON- 1% SIN CAL | 26/12/2024 | 23/01/2025 | 28 | 3880 | 25.29 | 153.42 |
| 2 | D2-PATRON- 1% SIN CAL | 26/12/2024 | 23/01/2025 | 28 | 3790 | 24.37 | 155.52 |
| 3 | D3-PATRON- 1% SIN CAL | 26/12/2024 | 23/01/2025 | 28 | 3660 | 23.79 | 153.85 |
| 4 | D1-PATRON- 1.5% SIN CAL | 26/12/2024 | 23/01/2025 | 28 | 3910 | 25.29 | 154.61 |
| 5 | D2-PATRON- 1.5% SIN CAL | 26/12/2024 | 23/01/2025 | 28 | 4010 | 24.37 | 164.55 |
| 6 | D3-PATRON- 1.5% SIN CAL | 26/12/2024 | 23/01/2025 | 28 | 3920 | 24.37 | 160.85 |



ICCSA INGENIEROS-SAC

**Ing. JHANCARLOS DARIO GAMARRA ABAD
Ing° CIVIL _ CIP 277101**

**Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote
Teléfonos 977764609 - correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com - RUC 20445792439**



**MTC E - 609 COMPRESION DE MORTEROS DE CEMENTO
HIDRAULICO (CUBOS DE 50,8 MM)**

INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024

FECHA : 03 DE ENERO DEL 2025
SOLICITA : JESEBELL TORRES RAMIREZ
NICOLE MERINO RABANAL

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073 CALIBRACIÓN: LFP-

| Nº PROBETA | TESTIGO - ELEMENTO | FECHA DE MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | EDAD DIAS | CARGA MAXIMA KG | SECCIÓN CM2 | RESISTENCIA FINAL KG/CM2 |
|------------|-----------------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------------|-------------|--------------------------|
| 1 | D1- PATRON - 2% R.P SIN CAL | 27/12/2024 | 03/01/2025 | 7 | 3150 | 24.58 | 128.17 |
| 2 | D2- PATRON - 2% R.P SIN CAL | 27/12/2024 | 03/01/2025 | 7 | 3020 | 24.11 | 125.27 |
| 3 | D3- PATRON - 2% R.P SIN CAL | 27/12/2024 | 03/01/2025 | 7 | 3210 | 26.36 | 121.79 |



Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote
Teléfonos 977764609 - correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com - RUC 20445792439



ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.



MTC E - 609 COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO (CUBOS DE 50,8 MM)

TESIS: INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024

FECHA : 10 DE ENERO DEL 2025
SOLICITA : JESEBELL TORRES RAMIREZ
NICOLE MERINO RABANAL

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073 CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

| Nº PROBETA | TESTIGO - ELEMENTO | FECHA DE MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | EDAD DIAS | CARGA MAXIMA KG | SECCIÓN CM2 | RESISTENCIA FINAL KG/CM2 |
|------------|-----------------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------------|-------------|--------------------------|
| 1 | D1- PATRON - 2% R.P SIN CAL | 27/12/2024 | 10/01/2025 | 14 | 3610 | 25.29 | 142.74 |
| 2 | D2- PATRON - 2% R.P SIN CAL | 27/12/2024 | 10/01/2025 | 14 | 3520 | 24.37 | 144.44 |
| 3 | D3- PATRON - 2% R.P SIN CAL | 27/12/2024 | 10/01/2025 | 14 | 3460 | 23.79 | 145.44 |



ICCSA INGENIEROS SAC
Ing. JHANCARLOS DARIO GAMARRA ABAD
Ing° CIVIL _ CIP 277101

Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote
Teléfonos 977764609 - correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com - RUC 20445792439



MTC E - 609 COMPRESION DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO (CUBOS DE 50,8 MM)

TESIS: INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024

FECHA : 24 DE ENERO DEL 2025
 SOLICITA : JESEBELL TORRES RAMIREZ
 NICOLE MERINO RABANAL

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL : MODELO PC-1000 - SERIE 1114 (PERUTEST) - EXP:0073 CALIBRACIÓN: LFP-711-2024

| Nº PROBETA | TESTIGO - ELEMENTO | FECHA DE MUESTRA | FECHA DE ENSAYO | EDAD DIAS | CARGA MAXIMA KG | SECCIÓN CM2 | RESISTENCIA FINAL KG/CM2 |
|------------|-----------------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------------|-------------|--------------------------|
| 1 | D1- PATRON - 2% R.P SIN CAL | 27/12/2024 | 24/01/2025 | 28 | 4150 | 23.79 | 174.44 |
| 2 | D2- PATRON - 2% R.P SIN CAL | 27/12/2024 | 24/01/2025 | 28 | 4250 | 25.29 | 168.05 |
| 3 | D3- PATRON - 2% R.P SIN CAL | 27/12/2024 | 24/01/2025 | 28 | 4230 | 24.37 | 173.57 |



ICCSA INGENIEROS SAC

 Ing. JHANCARLOS DARIO GAMARRA ABAD
 Ing° CIVIL - CIP 277101

Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote
 Teléfonos 977764609 - correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com - RUC 20445792439

- Adherencia



(511) 678 2806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



| | | |
|--|---|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ADHERENCIA EN ESPECIMENES DE ALBAÑILERIA | Código: FOR-LAB-ALB-007.01 Revisión: 0 Aprobado: CC-MTL Fecha: - |
| LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO NCh 167 Of. 2001 | | |
| TESIS : Influencia de la resina de pino en las propiedades físicas y mecánicas del mortero - Nuevo Chimbote, 2024 AUTOR : Jesebell Torres Ramírez/Nicole Merino Rabanal UBICACIÓN : Nuevo Chimbote EXPEDIENTE N° : 2 - Cantera : - Material : Especímenes para ensayo de adherencia. Nº Muestra : 2 - | | |
| Aprobado por: DCT Ensayado por: MFC Fecha de ensayo: 11/05/2025 | | |
| Ensayo de Adherencia en Especímenes de Albañilería NCh 167 Of. 2001 | | |

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Ladrillera: -
 Tipo de ladrillo: Ladrillo 18 huecos
 Aditivo: RESINA DE PINO

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | EDAD EN DÍAS | ALTO (cm) | ANCHO (cm) | | LARGO (cm) | | Área de Pegado (cm²) | Fuerza de Adherencia (kgf) | Resistencia (kgf/cm²) |
|-----------------------------|--------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| | | | CARA SUPERIOR | CARA INFERIOR | CARA SUPERIOR | CARA INFERIOR | | | |
| PATRON - 1 | 28 | 9.50 | 12.00 | 12.10 | 22.00 | 22.30 | 206.67 | 1844.4 | 8.9 |
| PATRON - 2 | 28 | 9.60 | 12.00 | 12.10 | 22.20 | 22.40 | 208.47 | 1875.0 | 9.0 |
| PATRON - 3 | 28 | 9.60 | 12.10 | 12.00 | 22.40 | 22.30 | 209.07 | 1834.2 | 8.8 |
| 2% RESINA - 1 | 28 | 9.50 | 12.00 | 12.10 | 22.20 | 22.30 | 207.87 | 2364.1 | 11.4 |
| 2% RESINA - 2 | 28 | 9.50 | 12.10 | 12.00 | 22.30 | 22.50 | 209.67 | 2333.5 | 11.1 |
| 2% RESINA - 3 | 28 | 9.50 | 12.00 | 12.00 | 22.20 | 22.40 | 207.60 | 2384.5 | 11.5 |

OBSERVACIONES:

- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- Unidades de albañilería previamente secadas y enfriadas.

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|--|----------------------------------|
| | MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



Material Testing Laboratory

(511) 678 2806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ADHERENCIA EN ESPECIMENES DE ALBAÑILERIA | Código: FOR-LAB-ALB-007.01 Revisión: 0 Aprobado: CC-MTL Fecha: - |
|-------------------------------------|---|---|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NCh 167 Of. 2001

TESIS: INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBO - 2024.
AUTOR: JESEBELL TORRES RAMÍREZ/NICOLE MERINO RABANAL
UBICACIÓN: NUEVO CHIMBO
EXPEDIENTE N°: -

| | |
|--|-----------------------------|
| Cantera: - | Aprobado por: DCT |
| Material: Especímenes para ensayo de adherencia. | Ensayado por: MFC |
| Nº Muestra: - | Fecha de ensayo: 11/05/2025 |

Ensayo de Adherencia en Especímenes de Albañilería
NCh 167 Of. 2001

A) INFORMACIÓN GENERAL:

| | |
|-------------------|--------------------|
| Ladrillo: | - |
| Tipo de ladrillo: | Ladrillo 18 huecos |
| Aditivo: | RESINA DE PINO |

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | EDAD EN DÍAS | ALTO (cm) | ANCHO (cm) | | LARGO (cm) | | Área de Pegado (cm²) | Fuerza de Adherencia (kgf) | Resistencia (kgf/cm²) |
|-----------------------------|--------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| | | | CARA SUPERIOR | CARA INFERIOR | CARA SUPERIOR | CARA INFERIOR | | | |
| 1% RESINA - 1 | 28 | 9.50 | 12.10 | 12.00 | 22.30 | 22.00 | 206.67 | 1946.3 | 9.4 |
| 1% RESINA - 2 | 28 | 9.60 | 12.00 | 12.10 | 22.10 | 22.30 | 207.27 | 1976.9 | 9.5 |
| 1% RESINA - 3 | 28 | 9.60 | 12.00 | 12.00 | 22.20 | 22.50 | 208.20 | 1936.1 | 9.3 |
| 1.5% RESINA - 1 | 28 | 9.50 | 12.10 | 12.00 | 22.40 | 22.40 | 209.67 | 2292.8 | 10.9 |
| 1.5% RESINA - 2 | 28 | 9.50 | 12.00 | 12.10 | 22.40 | 22.20 | 208.46 | 2231.6 | 10.7 |
| 1.5% RESINA - 3 | 28 | 9.50 | 12.10 | 12.00 | 22.35 | 22.30 | 208.77 | 2282.6 | 10.9 |

OBSERVACIONES:

- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- Unidades de albañilería previamente secadas y enfriadas.

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|--|---|
| | MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | MTL GEOTECNIA SAC <i>Control de Calidad</i> |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

- Resistencia a la compresión diagonal en muretes

Mortero patrón



(511) 678 2806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



| | | |
|-------------------------------------|--|------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA | Código: FOR-LTC-CO-037 |
| | | Revisión: 1 |
| | | Aprobado: CC-MTL |
| | | Fecha: _____ |

| | | | |
|-----------------------|--|------------------|------------|
| TESIS | INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024 | REALIZADO POR | MFC |
| AUTOR | JESEBELL TORRES RAMÍREZ/NICOLE MERINO RABANAL | REVISADO POR: | DCT |
| CÓDIGO DE PROYECTO | --- | FECHA DE ENSAYO: | 15/04/2025 |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | NUEVO CHIMBOTE | TURNO: | --- |
| FECHA DE EMISIÓN | 15-04-2025 | | |

Tipo de muestra: Unidades de albañilería (PATRÓN 28 DIAS)
Presentación: dosificación de mortero 1:3.5

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES
ASTM E519 / NTP 399.621

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE ELABORACION | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LARGO DE MURETE (mm) | ALTURA DE MURETE (mm) | ESPESOR DE MURETE (mm) | FUERZA MAXIMA (kg) | FUERZA MAXIMA (N) | AREA BRUTA (mm²) | ESFUERZO σ_m |
|-----------------|----------------------|-----------------|-------------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------------|
| MURETE PATRON 1 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 28 | 622.0 | 614.0 | 123.0 | 8426 | 82630.8 | 76014.0 | 0.77 MPa 7.84 kg/cm² |
| MURETE PATRON 2 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 28 | 624.0 | 613.0 | 123.0 | 8202 | 80434.1 | 76075.5 | 0.75 MPa 7.62 kg/cm² |
| MURETE PATRON 3 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 28 | 621.0 | 611.0 | 123.0 | 8115 | 79581.0 | 75768.0 | 0.74 MPa 7.57 kg/cm² |
| PROMEDIO | | | | | | | | | 0.75 MPa | 7.68 kg/cm² |



OBSERVACIONES:
• Muestras realizadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
• Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
• Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA

| | | |
|---|---|---|
| Elaborado por: Jefe de Laboratorio | Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA |
|---|---|---|



Mortero P+1.0%



(511) 678 2806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



| | | |
|-------------------------------------|---|------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA | Código: FCR-LTC-00-037 |
| | | Revisión: 1 |
| | | Aprobado: CG-MTL |
| | | Fecha: _____ |

TESIS: INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024
AUTOR: JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL
CÓDIGO DE PROYECTO: ---
UBICACIÓN DE PROYECTO: NUEVO CHIMBOTE
FECHA DE EMISIÓN: 15/04/2025

REALIZADO POR: MFC
REVISADO POR: CCT
FECHA DE ENSAYO: 15/04/2025
TURNO: ---

Tipo de muestra: Unidades de albañilería (1.5% RESINA 28 DÍAS)
Presentación: dosificación de mortero 1:3.5

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ASTM E519 / NTP 389.621

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LARGO DE MURETE (mm) | ALTURA DE MURETE (mm) | ESPESOR DE MURETE (mm) | FUERZA MAXIMA (kg) | FUERZA MAXIMA (N) | ÁREA BRUTA (mm²) | Esfuerzo Vn |
|----------------------|----------------------|-----------------|-------------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|----------------------|
| MURETE 1.5% RESINA 1 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 28 | 622.0 | 613.0 | 123.0 | 8406 | 82375.0 | 75952.5 | 0.77 MPa 7.62 kg/cm² |
| MURETE 1.5% RESINA 2 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 28 | 623.0 | 613.0 | 123.1 | 8470 | 83062.3 | 76075.8 | 0.77 MPa 7.87 kg/cm² |
| MURETE 1.5% RESINA 3 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 28 | 624.0 | 612.0 | 123.0 | 8384 | 82317.0 | 76014.0 | 0.77 MPa 7.81 kg/cm² |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | 0.77 MPa 7.83 kg/cm² |



OBSERVACIONES:

- Muestras realizadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA.
- Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MTL GEOTECNIA.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| V.B. ENSAJO DE MATERIALES | Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |
| Jefe de Laboratorio | | |



Mortero P+1.5%



(511) 678 2806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



| |
|-------------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |
|-------------------------------------|

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBANILERIA

| | |
|-----------|----------------|
| Código: | FDR-LTC-00-037 |
| Revisión: | 1 |
| Aprobado: | GG-MTL |
| Fecha: | |

TESIS: INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024
AUTOR: JESEBELL TORRES RAMIREZ/NICOLE MERINO RABANAL
CÓDIGO DE PROYECTO: ---
UBICACIÓN DE PROYECTO: NUEVO CHIMBOTE
FECHA DE EMISIÓN: 15-04-2025

REALIZADO POR: MFC
REVISADO POR: DICT
FECHA DE ENSAYO: 15/04/2025
TURNO: ---

Tipo de muestra: Unidades de albañilería (1.5% RESINA 28 DIAB)
Presentación: clasificación de mortero 13.5

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ASTM E519 / NTP 388.621

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LARGO DE MURETE (mm) | ALTURA DE MURETE (mm) | ESPESOR DE MURETE (mm) | FUERZA MAXIMA (N) | FUERZA MAXIMA (N) | ÁREA BRUTA (mm²) | RESISTENCI σ_m |
|----------------------|----------------------|-----------------|-------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------------|
| MURETE 1.5% RESINA 1 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 26 | 622.0 | 613.0 | 123.0 | 8400 | 82375.0 | 75952.5 | 0.77 MPa 7.82 kg/cm² |
| MURETE 1.5% RESINA 2 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 26 | 623.0 | 613.0 | 123.1 | 8470 | 83062.3 | 76073.8 | 0.77 MPa 7.87 kg/cm² |
| MURETE 1.5% RESINA 3 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 26 | 624.0 | 612.0 | 123.0 | 8394 | 82317.0 | 76014.0 | 0.77 MPa 7.81 kg/cm² |
| PROMEDIO | | | | | | | | | 0.77 MPa | 7.83 kg/cm² |



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA.
- * Los instrumentos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MTL GEOTECNIA.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|--|--|
| | MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | MTL GEOTECNIA SAC Control de Calidad MTL GEOTECNIA CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



Mortero P+2.0%



(511) 678 2806 / 989 349 903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perúinformes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com

| | |
|-------------------------------------|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA |
| Código | FOR-LTC-CO-037 |
| Revisión | 1 |
| Aprobado | CC-MTL |
| Fecha | |

TESIS : INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE - 2024
 AUTOR : JESEBELL TORRES RAMÍREZ/NICOLE MERINO RABANAL
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---
 UBICACIÓN DE PROYECTO : NUEVO CHIMBOTE
 FECHA DE EMISIÓN : 15-04-2025

REALIZADO POR:
 REVISADO POR:
 FECHA DE ENSAYO:
 TURNO:

MFC
DCT
15/04/2025

Tipo de muestra : Unidades de albañilería (2% RESINA 28 DIAS)
 Presentación : dosificación de mortero 1:3.5

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ASTM E119 / NTP 399.621

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE ELABORACION | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LARGO DE MURETE (mm) | ALTURA DE MURETE (mm) | ESPESOR DE MURETE (mm) | FUERZA MAXIMA (kg) | FUERZA MAXIMA (N) | ÁREA BRUTA (mm²) | ESFUERZO V _m |
|--------------------|----------------------|-----------------|-------------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------------|
| MURETE 2% RESINA 1 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 28 | 620.0 | 612.0 | 123.0 | 8570 | 84043.0 | 75768.0 | 0.78 MPa 8.00 kg/cm² |
| MURETE 2% RESINA 2 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 28 | 621.0 | 612.0 | 123.0 | 8698 | 85298.2 | 75829.5 | 0.80 MPa 8.11 kg/cm² |
| MURETE 2% RESINA 3 | 18/03/2025 | 15/04/2025 | 28 | 623.0 | 614.0 | 123.0 | 8796 | 86259.3 | 76075.5 | 0.80 MPa 8.17 kg/cm² |
| PROMEDIO | | | | | | | | | 0.79 MPa | 8.09 kg/cm² |



OBSERVACIONES:

- Muestras realizadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|-------------------------|--|---|
| Jefe de Laboratorio | Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA |
| | | |

Anexo 05 – Certificados de calibración de equipos de laboratorio



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-711-2024

Página : 1 de 2

Expediente : 352-2024
Fecha de emisión : 2024-07-25

1. Solicitante : ICCSA INGENIEROS S.A.C.

Dirección : JR. JOSE MARIA ARGUEDAS MZA. E LOTE. 9 URB.
BELLAMAR - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PERUTEST
 Modelo de Prensa : PC-1000
 Serie de Prensa : 1114
 Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : NO INDICA
 Modelo de Indicador : NO INDICA
 Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : ZEMIC
 Modelo de Transductor : YB15
 Serie de Transductor : KZA3943

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

URB. BELLAMAR MZ. J LOTE 5 - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
24 - JULIO - 2024

4. Método de Calibración

La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------|-----------------|-------------|-----------------------|
| CELDA DE CARGA | AEP TRANSDUCERS | INF-LE 217 | SISTEMA INTERNACIONAL |
| INDICADOR | AEP TRANSDUCERS | | |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 19,5 | 19,5 |
| Humedad % | 72 | 72 |

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-711-2024

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

| SISTEMA DIGITAL "A" kgf | SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf) | | | | PROMEDIO "B" kgf | ERROR Ep % | RPTBLD Rp % |
|----------------------------------|------------------------------|---------|----------------|----------------|------------------------|------------------|-------------------|
| | SERIE 1 | SERIE 2 | ERROR (1) % | ERROR (2) % | | | |
| 10000 | 10063 | 10080 | -0,63 | -0,80 | 10072 | -0,71 | -0,17 |
| 20000 | 19918 | 20070 | 0,41 | -0,35 | 19994 | 0,03 | -0,76 |
| 30000 | 30098 | 30120 | -0,33 | -0,40 | 30109 | -0,36 | -0,07 |
| 40000 | 40189 | 40195 | -0,47 | -0,49 | 40192 | -0,48 | -0,02 |
| 50000 | 50260 | 50310 | -0,52 | -0,62 | 50285 | -0,57 | -0,10 |
| 60000 | 60380 | 60408 | -0,63 | -0,68 | 60394 | -0,65 | -0,05 |
| 70000 | 70415 | 70479 | -0,59 | -0,68 | 70447 | -0,63 | -0,09 |
| 80000 | 80510 | 80520 | -0,64 | -0,65 | 80515 | -0,64 | -0,01 |

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9925x + 86,995$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

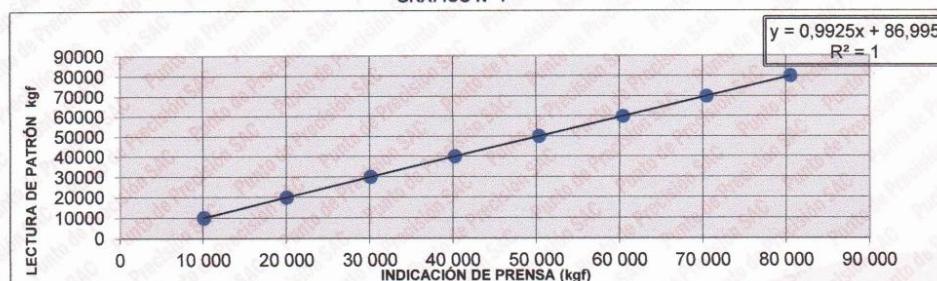
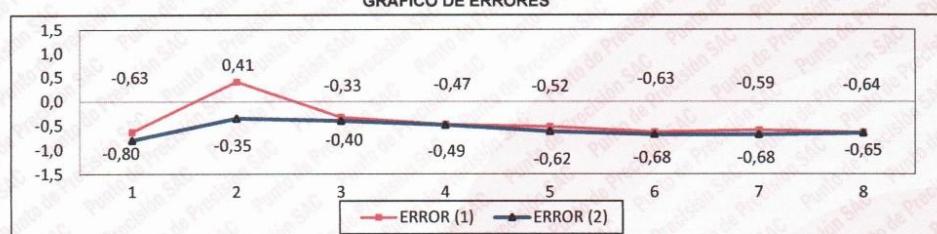


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

T-00598-001 R0

Page / Pág. 5 de 6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

| Valor de Temperatura Calibrado | | 110 °C | | | | | Tolerancia | | | | | 5 °C | | | | | Posición del controlador | | | 110 °C | |
|--------------------------------|--|---|--------|--------|--------|--------|----------------|--------|--------|--------|--------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|-------|--|-------------|-----------------------|
| Tiempo (minutos) | T indicada por el equipo en calibración (°C) | TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C) | | | | | Nivel Superior | | | | | Nivel Inferior | | | | | | | | T Prom (°C) | T max - T min (°C) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | | | | |
| 2 | 110 | 112,07 | 110,95 | 109,42 | 111,92 | 112,72 | 119,43 | 120,97 | 139,06 | 132,52 | 127,37 | 119,64 | 120,97 | 138,96 | 132,92 | 127,37 | 119,64 | 29,63 | | | |
| 4 | 110 | 112,17 | 110,95 | 109,42 | 111,92 | 112,72 | 119,53 | 120,77 | 138,96 | 132,62 | 127,27 | 119,63 | 120,97 | 138,96 | 132,92 | 127,27 | 119,63 | 29,53 | | | |
| 6 | 110,1 | 112,37 | 111,05 | 109,42 | 112,02 | 112,82 | 119,73 | 120,47 | 138,96 | 132,82 | 126,97 | 119,66 | 120,97 | 138,96 | 132,92 | 126,97 | 119,66 | 29,53 | | | |
| 8 | 109,7 | 112,47 | 111,05 | 109,53 | 112,02 | 112,82 | 119,73 | 120,87 | 139,06 | 132,92 | 127,27 | 119,77 | 120,97 | 138,96 | 132,92 | 127,27 | 119,77 | 29,53 | | | |
| 10 | 110,1 | 112,37 | 111,05 | 109,53 | 112,12 | 112,82 | 119,73 | 120,77 | 139,06 | 132,72 | 127,37 | 119,75 | 120,97 | 138,96 | 132,92 | 127,37 | 119,75 | 29,53 | | | |
| 12 | 110 | 112,47 | 111,05 | 109,42 | 112,02 | 112,82 | 119,73 | 120,87 | 139,16 | 132,92 | 127,37 | 119,78 | 120,97 | 138,96 | 132,92 | 127,37 | 119,78 | 29,73 | | | |
| 14 | 110 | 112,37 | 110,95 | 109,42 | 112,02 | 112,72 | 119,63 | 120,67 | 139,16 | 132,92 | 126,97 | 119,68 | 120,97 | 138,96 | 132,92 | 126,97 | 119,68 | 29,73 | | | |
| 16 | 110 | 112,27 | 111,05 | 109,42 | 112,02 | 112,82 | 119,63 | 120,27 | 139,06 | 132,82 | 126,67 | 119,60 | 120,97 | 138,96 | 132,82 | 126,67 | 119,60 | 29,63 | | | |
| 18 | 110,1 | 112,17 | 110,95 | 109,42 | 112,02 | 112,82 | 119,73 | 120,37 | 139,06 | 132,82 | 126,27 | 119,56 | 120,97 | 138,96 | 132,82 | 126,27 | 119,56 | 29,63 | | | |
| 20 | 110,1 | 112,07 | 110,95 | 109,53 | 112,02 | 112,82 | 119,83 | 120,47 | 138,86 | 132,62 | 126,37 | 119,55 | 120,97 | 138,86 | 132,62 | 126,37 | 119,55 | 29,33 | | | |
| 22 | 109,9 | 112,07 | 110,95 | 109,63 | 112,12 | 112,82 | 119,83 | 120,37 | 138,76 | 132,42 | 126,07 | 119,50 | 120,97 | 138,76 | 132,42 | 126,07 | 119,50 | 29,13 | | | |
| 24 | 110 | 112,27 | 110,95 | 109,53 | 112,02 | 112,82 | 119,63 | 119,97 | 138,86 | 132,62 | 125,97 | 119,45 | 120,97 | 138,86 | 132,62 | 125,97 | 119,45 | 29,33 | | | |
| 26 | 110 | 112,37 | 111,15 | 109,42 | 112,02 | 112,82 | 119,83 | 119,67 | 138,86 | 132,62 | 126,17 | 119,49 | 120,97 | 138,86 | 132,62 | 126,17 | 119,49 | 29,43 | | | |
| 28 | 109,9 | 112,17 | 111,05 | 109,53 | 112,02 | 112,82 | 119,93 | 120,17 | 138,86 | 132,72 | 126,47 | 119,57 | 120,97 | 138,86 | 132,72 | 126,47 | 119,57 | 29,33 | | | |
| 30 | 110,1 | 112,17 | 111,05 | 109,53 | 112,12 | 112,82 | 120,03 | 120,17 | 138,76 | 132,52 | 126,37 | 119,55 | 120,97 | 138,76 | 132,52 | 126,37 | 119,55 | 29,23 | | | |
| 32 | 110,2 | 112,17 | 111,05 | 109,53 | 112,02 | 112,82 | 120,03 | 119,97 | 138,76 | 132,42 | 126,37 | 119,51 | 120,97 | 138,76 | 132,42 | 126,37 | 119,51 | 29,23 | | | |
| 34 | 109,9 | 112,27 | 110,95 | 109,53 | 112,02 | 112,82 | 119,93 | 120,37 | 138,76 | 132,42 | 126,67 | 119,57 | 120,97 | 138,76 | 132,42 | 126,67 | 119,57 | 29,23 | | | |
| 36 | 109,9 | 112,07 | 110,95 | 109,53 | 112,02 | 112,72 | 120,03 | 120,57 | 138,76 | 132,42 | 126,67 | 119,57 | 120,97 | 138,76 | 132,42 | 126,67 | 119,57 | 29,23 | | | |
| 38 | 110 | 112,07 | 110,85 | 109,53 | 111,92 | 112,62 | 119,93 | 120,37 | 138,76 | 132,52 | 126,57 | 119,51 | 120,97 | 138,76 | 132,52 | 126,57 | 119,51 | 29,23 | | | |
| 40 | 110 | 111,97 | 110,75 | 109,53 | 112,02 | 112,62 | 120,03 | 120,17 | 138,66 | 132,52 | 126,47 | 119,47 | 120,97 | 138,66 | 132,52 | 126,47 | 119,47 | 29,13 | | | |
| 42 | 110,1 | 111,97 | 110,85 | 109,63 | 112,02 | 112,72 | 119,93 | 120,37 | 138,66 | 132,32 | 126,27 | 119,47 | 120,97 | 138,66 | 132,32 | 126,27 | 119,47 | 29,03 | | | |
| 44 | 109,9 | 112,07 | 110,75 | 109,63 | 112,02 | 112,82 | 120,03 | 120,37 | 138,56 | 132,22 | 126,17 | 119,46 | 120,97 | 138,56 | 132,22 | 126,17 | 119,46 | 28,93 | | | |
| 46 | 110 | 112,07 | 110,65 | 109,53 | 111,92 | 112,62 | 119,93 | 120,17 | 138,76 | 132,52 | 126,67 | 119,48 | 120,97 | 138,76 | 132,52 | 126,67 | 119,48 | 29,23 | | | |
| 48 | 109,9 | 112,07 | 110,75 | 109,42 | 111,92 | 112,62 | 119,83 | 120,57 | 138,86 | 132,62 | 126,57 | 119,52 | 120,97 | 138,86 | 132,62 | 126,57 | 119,52 | 29,43 | | | |
| 50 | 110 | 112,07 | 110,75 | 109,42 | 111,82 | 112,62 | 119,83 | 120,97 | 138,86 | 132,62 | 126,77 | 119,57 | 120,97 | 138,86 | 132,62 | 126,77 | 119,57 | 29,43 | | | |
| 52 | 110,1 | 112,17 | 110,75 | 109,42 | 111,82 | 112,62 | 119,73 | 121,07 | 138,86 | 132,62 | 126,97 | 119,60 | 120,97 | 138,86 | 132,62 | 126,97 | 119,60 | 29,43 | | | |
| 54 | 109,9 | 112,17 | 110,65 | 109,42 | 111,92 | 112,62 | 119,93 | 120,47 | 138,76 | 132,52 | 126,87 | 119,53 | 120,97 | 138,76 | 132,52 | 126,87 | 119,53 | 29,33 | | | |
| 56 | 110 | 112,17 | 110,75 | 109,42 | 111,92 | 112,62 | 119,93 | 120,37 | 138,76 | 132,62 | 127,27 | 119,58 | 120,97 | 138,76 | 132,62 | 127,27 | 119,58 | 29,33 | | | |
| 58 | 110 | 112,17 | 110,75 | 109,42 | 111,82 | 112,62 | 119,93 | 120,17 | 138,86 | 132,72 | 127,27 | 119,57 | 120,97 | 138,86 | 132,72 | 127,27 | 119,57 | 29,43 | | | |
| 60 | 110 | 112,07 | 110,65 | 109,32 | 111,82 | 112,52 | 119,83 | 119,97 | 138,86 | 132,72 | 127,37 | 119,51 | 120,97 | 138,86 | 132,72 | 127,37 | 119,51 | 29,53 | | | |
| 62 | 110 | 111,97 | 110,65 | 109,22 | 111,72 | 112,42 | 119,83 | 120,17 | 138,86 | 132,92 | 127,57 | 119,54 | 120,97 | 138,86 | 132,92 | 127,57 | 119,54 | 29,73 | | | |
| T. PROM | 110,0 | 112,17 | 110,89 | 109,47 | 111,97 | 112,72 | 119,83 | 120,41 | 138,87 | 132,62 | 126,76 | | | | | | | | | | |
| T. MAX | 110,2 | 112,47 | 111,15 | 109,63 | 112,12 | 112,82 | 120,03 | 121,07 | 139,16 | 132,92 | 127,57 | | | | | | | | | | |
| T. MIN | 109,7 | 111,97 | 110,65 | 109,22 | 111,72 | 112,42 | 119,43 | 119,67 | 138,56 | 132,22 | 125,97 | | | | | | | | | | |
| DTT | ----- | 0,50 | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,60 | 1,40 | 0,60 | 0,70 | 1,60 | | | | | | | | | | |

Tabla 2. Datos registrados por el equipo de referencia y calculos.

T.PROM, Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración .

T.MAX, Temperatura máxima T.MIN, Temperatura mínima DTT, Desviación de Temperatura en el Tiempo

LM-PC-28-F-01 R1.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

T-00598-001 R0

Page / Pág. 4 de 6

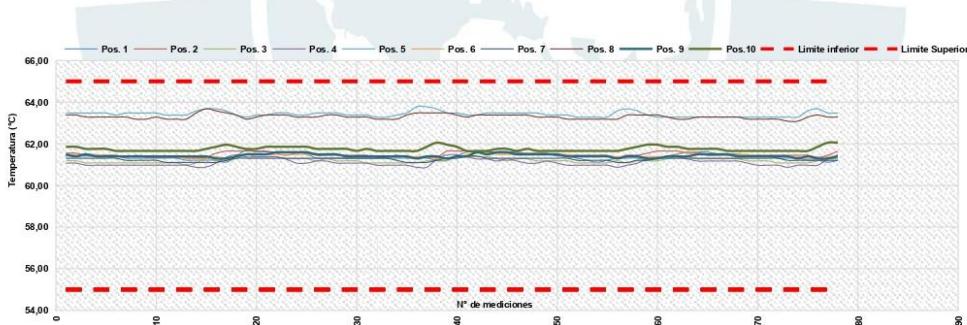
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

| Tiempo (minutos) | T indicada por el equipo en calibración (°C) | TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C) | | | | | | | | | | T Prom (°C) | T max - T min (°C) |
|---------------------|--|---|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | Nivel Superior | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 120 | 60 | 61,41 | 61,64 | 61,28 | 61,37 | 63,28 | 61,39 | 61,31 | 63,29 | 61,39 | 61,86 | 61,82 | 2,01 |
| 122 | 60 | 61,51 | 61,64 | 61,38 | 61,37 | 63,28 | 61,49 | 61,31 | 63,19 | 61,39 | 61,86 | 61,84 | 1,97 |
| 124 | 60 | 61,60 | 61,55 | 61,38 | 61,27 | 63,28 | 61,59 | 61,31 | 63,19 | 61,39 | 61,76 | 61,83 | 2,01 |
| 126 | 60 | 61,60 | 61,55 | 61,28 | 61,17 | 63,28 | 61,59 | 61,31 | 63,29 | 61,49 | 61,76 | 61,83 | 2,11 |
| 128 | 60 | 61,60 | 61,45 | 61,28 | 61,17 | 63,28 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,49 | 61,76 | 61,81 | 2,11 |
| 130 | 60 | 61,51 | 61,45 | 61,28 | 61,17 | 63,28 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,49 | 61,76 | 61,80 | 2,11 |
| 132 | 60 | 61,51 | 61,45 | 61,28 | 61,17 | 63,28 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,49 | 61,76 | 61,79 | 2,11 |
| 134 | 60 | 61,51 | 61,45 | 61,28 | 61,17 | 63,28 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,39 | 61,66 | 61,78 | 2,11 |
| 136 | 60 | 61,41 | 61,45 | 61,18 | 61,07 | 63,28 | 61,49 | 61,31 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,74 | 2,20 |
| 138 | 60 | 61,41 | 61,45 | 61,18 | 60,97 | 63,28 | 61,39 | 61,31 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,72 | 2,30 |
| 140 | 60 | 61,41 | 61,45 | 61,18 | 60,97 | 63,28 | 61,39 | 61,31 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,72 | 2,30 |
| 142 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,08 | 60,97 | 63,28 | 61,39 | 61,31 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,70 | 2,30 |
| 144 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,08 | 60,87 | 63,28 | 61,39 | 61,21 | 63,09 | 61,39 | 61,66 | 61,67 | 2,40 |
| 146 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,08 | 60,97 | 63,28 | 61,39 | 61,21 | 63,09 | 61,29 | 61,66 | 61,67 | 2,30 |
| 148 | 60 | 61,21 | 61,45 | 61,08 | 60,97 | 63,58 | 61,29 | 61,21 | 63,29 | 61,39 | 61,66 | 61,71 | 2,60 |
| 150 | 60 | 61,21 | 61,35 | 61,18 | 60,97 | 63,68 | 61,29 | 61,21 | 63,38 | 61,29 | 61,86 | 61,74 | 2,70 |
| 152 | 60 | 61,11 | 61,45 | 61,28 | 61,27 | 63,48 | 61,39 | 61,21 | 63,29 | 61,29 | 62,06 | 61,78 | 2,37 |
| 154 | 60 | 61,21 | 61,64 | 61,28 | 61,47 | 63,48 | 61,39 | 61,21 | 63,29 | 61,39 | 62,06 | 61,84 | 2,27 |
| T. PROM | 60,0 | 61,30 | 61,40 | 61,19 | 61,11 | 63,42 | 61,20 | 60,30 | 61,72 | 61,72 | | | |
| T. MAX | 60,1 | 61,70 | 61,64 | 61,48 | 61,47 | 63,78 | 61,59 | 61,41 | 63,68 | 61,59 | 62,06 | | |
| T. MIN | 60 | 61,11 | 61,35 | 60,98 | 60,87 | 63,28 | 61,29 | 61,11 | 63,09 | 61,29 | 61,66 | | |
| DTT | — | 0,60 | 0,30 | 0,50 | 0,60 | 0,50 | 0,30 | 0,30 | 0,60 | 0,30 | 0,40 | | |

Tabla 2. Datos registrados por el equipo de referencia y cálculos.

T.PROM, Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración .

T.MAX, Temperatura máxima T.MIN, Temperatura mínima DTT, Desviación de Temperatura en el Tiempo



LM-PC-28-F-01 R1.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO No LC-079**

T-00598-001 R0

Page / Pág. 3 de 6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

| Tiempo (minutos) | Valor de Temperatura Calibrado | 60 °C | | | | | 5 °C | | | | | Posición del controlador | | | | | 60 °C | |
|------------------|--------------------------------|----------------|-------|----------------|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------|--------------------|
| | | TOLERANCIA | | | | | TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C) | | | | | POSICIÓN DEL CONTROLADOR | | | | | T Prom (°C) | T max - T min (°C) |
| | | Nivel Superior | | Nivel Inferior | | | / | | / | | | / | | / | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| 0 | 60 | 61,41 | 61,55 | 61,18 | 61,07 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,38 | 61,49 | 61,86 | 61,82 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 2,40 | |
| 2 | 60 | 61,41 | 61,55 | 61,18 | 61,07 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,38 | 61,39 | 61,86 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 2,40 | |
| 4 | 60 | 61,41 | 61,45 | 61,08 | 60,97 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,49 | 61,76 | 61,77 | 61,77 | 61,77 | 61,77 | 61,77 | 2,50 | |
| 6 | 60 | 61,41 | 61,45 | 61,08 | 60,97 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,39 | 61,76 | 61,76 | 61,76 | 61,76 | 61,76 | 61,76 | 2,50 | |
| 8 | 60 | 61,41 | 61,45 | 61,08 | 60,97 | 63,48 | 61,39 | 61,31 | 63,29 | 61,39 | 61,76 | 61,75 | 61,75 | 61,75 | 61,75 | 61,75 | 2,50 | |
| 10 | 60,1 | 61,41 | 61,45 | 61,08 | 60,97 | 63,38 | 61,39 | 61,31 | 63,29 | 61,39 | 61,66 | 61,73 | 61,73 | 61,73 | 61,73 | 61,73 | 2,40 | |
| 12 | 60 | 61,31 | 61,35 | 61,08 | 60,97 | 63,48 | 61,39 | 61,21 | 63,29 | 61,39 | 61,66 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 2,50 | |
| 14 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,08 | 60,97 | 63,48 | 61,39 | 61,21 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 2,50 | |
| 16 | 60 | 61,31 | 61,35 | 61,08 | 60,97 | 63,48 | 61,39 | 61,21 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,70 | 61,70 | 61,70 | 61,70 | 61,70 | 2,50 | |
| 18 | 60 | 61,31 | 61,35 | 61,08 | 60,97 | 63,48 | 61,39 | 61,21 | 63,29 | 61,39 | 61,66 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 2,50 | |
| 20 | 60 | 61,31 | 61,35 | 61,08 | 60,97 | 63,38 | 61,39 | 61,11 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,68 | 61,68 | 61,68 | 61,68 | 61,68 | 2,40 | |
| 22 | 60 | 61,31 | 61,35 | 61,08 | 60,97 | 63,38 | 61,39 | 61,11 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,68 | 61,68 | 61,68 | 61,68 | 61,68 | 2,40 | |
| 24 | 60 | 61,21 | 61,35 | 60,98 | 60,97 | 63,38 | 61,29 | 61,11 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,65 | 61,65 | 61,65 | 61,65 | 61,65 | 2,40 | |
| 26 | 60 | 61,21 | 61,35 | 61,08 | 60,87 | 63,58 | 61,29 | 61,11 | 63,48 | 61,39 | 61,66 | 61,70 | 61,70 | 61,70 | 61,70 | 61,70 | 2,70 | |
| 28 | 60 | 61,21 | 61,35 | 61,28 | 60,87 | 63,68 | 61,29 | 61,11 | 63,68 | 61,39 | 61,76 | 61,76 | 61,76 | 61,76 | 61,76 | 2,81 | | |
| 30 | 60 | 61,21 | 61,55 | 61,18 | 61,07 | 63,68 | 61,39 | 61,11 | 63,58 | 61,29 | 61,86 | 61,79 | 61,79 | 61,79 | 61,79 | 61,79 | 2,60 | |
| 32 | 60 | 61,11 | 61,64 | 61,18 | 61,37 | 63,58 | 61,29 | 61,21 | 63,48 | 61,29 | 61,96 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 2,47 | |
| 34 | 60 | 61,41 | 61,64 | 61,28 | 61,47 | 63,38 | 61,39 | 61,31 | 63,38 | 61,39 | 61,86 | 61,85 | 61,85 | 61,85 | 61,85 | 61,85 | 2,11 | |
| 36 | 60 | 61,70 | 61,64 | 61,48 | 61,37 | 63,28 | 61,49 | 61,31 | 63,19 | 61,49 | 61,76 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 1,97 | |
| 38 | 60 | 61,60 | 61,64 | 61,38 | 61,37 | 63,38 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,49 | 61,76 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 2,07 | |
| 40 | 60 | 61,60 | 61,64 | 61,38 | 61,37 | 63,38 | 61,49 | 61,31 | 63,38 | 61,49 | 61,86 | 61,89 | 61,89 | 61,89 | 61,89 | 61,89 | 2,08 | |
| 42 | 60 | 61,60 | 61,55 | 61,38 | 61,37 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,38 | 61,59 | 61,86 | 61,90 | 61,90 | 61,90 | 61,90 | 61,90 | 2,17 | |
| 44 | 60 | 61,60 | 61,45 | 61,28 | 61,27 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,38 | 61,59 | 61,86 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 2,20 | |
| 46 | 60,1 | 61,60 | 61,55 | 61,28 | 61,07 | 63,38 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,59 | 61,86 | 61,84 | 61,84 | 61,84 | 61,84 | 61,84 | 2,30 | |
| 48 | 60 | 61,51 | 61,55 | 61,28 | 61,07 | 63,38 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,59 | 61,86 | 61,83 | 61,83 | 61,83 | 61,83 | 61,83 | 2,30 | |
| 50 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,18 | 61,17 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,49 | 61,76 | 61,79 | 61,79 | 61,79 | 61,79 | 61,79 | 2,30 | |
| 52 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,28 | 61,17 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,38 | 61,49 | 61,76 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 2,30 | |
| 54 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,18 | 61,07 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,38 | 61,49 | 61,76 | 61,79 | 61,79 | 61,79 | 61,79 | 61,79 | 2,40 | |
| 56 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,18 | 61,07 | 63,38 | 61,39 | 61,31 | 63,29 | 61,39 | 61,76 | 61,75 | 61,75 | 61,75 | 61,75 | 61,75 | 2,30 | |
| 58 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,18 | 61,07 | 63,38 | 61,39 | 61,31 | 63,29 | 61,39 | 61,66 | 61,74 | 61,74 | 61,74 | 61,74 | 61,74 | 2,30 | |
| 60 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,08 | 61,07 | 63,38 | 61,39 | 61,31 | 63,29 | 61,39 | 61,76 | 61,74 | 61,74 | 61,74 | 61,74 | 61,74 | 2,30 | |
| 62 | 60 | 61,31 | 61,35 | 61,08 | 60,97 | 63,28 | 61,39 | 61,31 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,69 | 61,69 | 61,69 | 61,69 | 61,69 | 2,30 | |
| 64 | 60 | 61,31 | 61,35 | 61,08 | 60,97 | 63,28 | 61,39 | 61,31 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,69 | 61,69 | 61,69 | 61,69 | 61,69 | 2,30 | |
| 66 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,08 | 60,97 | 63,38 | 61,39 | 61,21 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,70 | 61,70 | 61,70 | 61,70 | 61,70 | 2,40 | |
| 68 | 60 | 61,31 | 61,35 | 61,08 | 60,97 | 63,48 | 61,39 | 61,11 | 63,38 | 61,39 | 61,66 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 61,71 | 2,50 | |
| 70 | 60 | 61,31 | 61,35 | 61,08 | 60,87 | 63,78 | 61,39 | 61,11 | 63,48 | 61,29 | 61,66 | 61,73 | 61,73 | 61,73 | 61,73 | 61,73 | 2,90 | |
| 72 | 60 | 61,31 | 61,35 | 61,18 | 60,87 | 63,78 | 61,39 | 61,11 | 63,48 | 61,39 | 61,86 | 61,77 | 61,77 | 61,77 | 61,77 | 61,77 | 2,90 | |
| 74 | 60 | 61,21 | 61,35 | 61,18 | 61,27 | 63,68 | 61,29 | 61,21 | 63,48 | 61,39 | 62,06 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 61,81 | 2,50 | |
| 76 | 60 | 61,21 | 61,64 | 61,18 | 61,47 | 63,48 | 61,29 | 61,31 | 63,48 | 61,29 | 61,96 | 61,83 | 61,83 | 61,83 | 61,83 | 61,83 | 2,31 | |
| 78 | 60 | 61,41 | 61,64 | 61,38 | 61,47 | 63,48 | 61,39 | 61,31 | 63,38 | 61,39 | 61,86 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 61,87 | 2,17 | |
| 80 | 60 | 61,60 | 61,64 | 61,38 | 61,37 | 63,38 | 61,49 | 61,41 | 63,29 | 61,39 | 61,66 | 61,86 | 61,86 | 61,86 | 61,86 | 61,86 | 2,01 | |
| 82 | 60 | 61,60 | 61,55 | 61,38 | 61,27 | 63,38 | 61,59 | 61,41 | 63,38 | 61,59 | 61,66 | 61,88 | 61,88 | 61,88 | 61,88 | 61,88 | 2,11 | |
| 84 | 60 | 61,60 | 61,64 | 61,38 | 61,27 | 63,48 | 61,59 | 61,31 | 63,29 | 61,49 | 61,66 | 61,88 | 61,88 | 61,88 | 61,88 | 61,88 | 2,20 | |
| 86 | 60 | 61,60 | 61,55 | 61,28 | 61,17 | 63,48 | 61,39 | 61,31 | 63,38 | 61,59 | 61,76 | 61,86 | 61,86 | 61,86 | 61,86 | 61,86 | 2,30 | |
| 88 | 60 | 61,60 | 61,55 | 61,18 | 61,27 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,38 | 61,59 | 61,76 | 61,86 | 61,86 | 61,86 | 61,86 | 61,86 | 2,30 | |
| 90 | 60 | 61,60 | 61,55 | 61,28 | 61,17 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,38 | 61,49 | 61,66 | 61,84 | 61,84 | 61,84 | 61,84 | 61,84 | 2,30 | |
| 92 | 60 | 61,51 | 61,55 | 61,28 | 61,07 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,38 | 61,49 | 61,76 | 61,83 | 61,83 | 61,83 | 61,83 | 61,83 | 2,40 | |
| 94 | 60 | 61,51 | 61,55 | 61,18 | 61,07 | 63,48 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,49 | 61,66 | 61,80 | 61,80 | 61,80 | 61,80 | 61,80 | 2,40 | |
| 96 | 60 | 61,51 | 61,55 | 61,18 | 61,17 | 63,38 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,49 | 61,66 | 61,80 | 61,80 | 61,80 | 61,80 | 61,80 | 2,20 | |
| 98 | 60 | 61,41 | 61,45 | 61,18 | 61,07 | 63,38 | 61,49 | 61,31 | 63,29 | 61,49 | 61,66 | 61,77 | 61,77 | 61,77 | 61,77 | 61,77 | 2,30 | |
| 100 | 60 | 61,41 | 61,45 | 61,18 | 60,97 | 63,38 | 61,49 | 61,31 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,74 | 61,74 | 61,74 | 61,74 | 61,74 | 2,40 | |
| 102 | 60 | 61,31 | 61,45 | 61,08 | 60,97 | 63,28 | 61,39 | 61,21 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,69 | 61,69 | 61,69 | 61,69 | 61,69 | 2,30 | |
| 104 | 60 | 61,21 | 61,45 | 61,08 | 60,97 | 63,28 | 61,39 | 61,21 | 63,19 | 61,39 | 61,66 | 61,68 | 61,68 | 61,68 | 61,68 | 61,68 | 2,30 | |
| 106 | 60 | 61,11 | 61,45 | 61,08 | 60, | | | | | | | | | | | | | |

T-00598-001 R0

Page / Pág. 2 de 6

DATOS TÉCNICOS

| | |
|---------------------------------------|---|
| Método de Calibración | Comparación Directa |
| Resolución | 0,1 °C |
| Documento de Referencia | PC-018 PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN O CARACTERIZACIÓN DE MEDIOS TERMOSTÁTICOS CON AIRE COMO MEDIO TERMOSTÁTICO - 2da Edición - INDECOP |
| Volumen Total del Medio | 70 L |
| Carga Térmica usada | MUESTRA SECA - 70 % |
| Sistema de Ventilación del Equipo | Ventilación natural |
| Valor(es) de Temperatura Calibrado(s) | 60 °C ± 5 °C ; 110 °C ± 5 °C |
| Ubicación del Equipo | AREA LABORATORIO MTL GEOTECNIA S.A.C. |

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al equipo en referencia se le realizó una inspección anterior al inicio del proceso de calibración donde se determinó que estaba en buenas condiciones para continuar con el montaje de los sensores y su respectiva toma de datos. El proceso se inició al ubicar los sensores tal como se muestra en la figura 1 y la figura 2, se dejó estabilizar el medio durante un tiempo no inferior a dos horas, posteriormente se realizaron series de medición. A continuación, los resultados arrojados por el equipo bajo prueba.

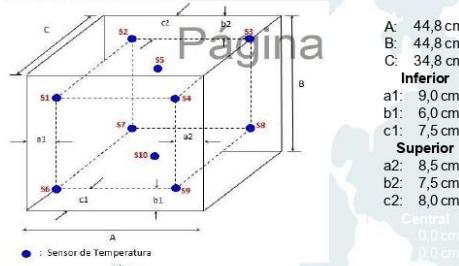


Figura 1. Ubicación de sensores dentro del medio isoterma



Figura 2. Fotografía del montaje realizado para el equipo en cuestión.

| Valor de Temperatura Calibrado | 60 °C | Parámetro | Valor (°C) | Incertidumbre Expandida (°C) | k _{p=95,45%} |
|---|-------|-----------|------------|------------------------------|-----------------------|
| Máxima Temperatura Medida | 63,78 | | 0,16 | 2,02 | |
| Mínima Temperatura Medida | 60,87 | | 0,14 | 2,01 | |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo | 0,598 | | 0,082 | 2,01 | |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 2,31 | | 0,11 | 2,00 | |
| Estabilidad Medida (±) | 0,299 | | 0,041 | 2,01 | |
| Uniformidad Medida | 2,81 | | 0,11 | 2,00 | |

Tabla 1. Resultados para la calibración y caracterización del medio.

| Valor de Temperatura Caracterizado | 110 °C | Parámetro | Valor (°C) | Incertidumbre Expandida °C | k _{p=95,45%} |
|---|--------|-----------|------------|----------------------------|-----------------------|
| Máxima Temperatura Medida | 139,16 | | 0,23 | 2,05 | |
| Mínima Temperatura Medida | 109,22 | | 0,14 | 2,01 | |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo | 1,605 | | 0,082 | 2,01 | |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 29,39 | | 0,11 | 2,00 | |
| Estabilidad Medida (±) | 0,802 | | 0,041 | 2,01 | |
| Uniformidad Medida | 29,73 | | 0,16 | 2,00 | |

Tabla 2. Resultados para la calibración y caracterización del medio.

LM-PC-28-F-01 R1.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-00598-001 R0

Page / Pág. 1 de 6

| | |
|---|---------------------------------------|
| Equipo <i>Instrument</i> | HORNO |
| Fabricante <i>Manufacturer</i> | PERUTEST |
| Modelo <i>Model</i> | PT-H76 |
| Número de Serie <i>Serial Number</i> | 458 |
| Identificación Interna <i>Internal Identification</i> | NO PRESENTA |
| Intervalo de Indicación <i>Indication Range</i> | 25 °C a 200 °C |
| Intervalo del Controlador <i>Controller Range</i> | 25 °C a 200 °C |
| Solicitante <i>Customer</i> | MTL GEOTECNIA S.A.C. |
| Dirección <i>Address</i> | CALLE MADRID NRO. 264 ASC. |
| Ciudad <i>City</i> | LOS OLIVOS-SAN MARTIN DE PORRES-LIMA |
| Ubicación del Equipo <i>Place of the instrument</i> | AREA LABORATORIO MTL GEOTECNIA S.A.C. |
| Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i> | 2024-10-22 |
| Fecha de Emisión <i>Date of issue</i> | 2024-10-28 |

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante. Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the costumer. This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached

06

Sin la aprobación del Laboratorio de Metroología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas

Authorized signatures

Félix Jaramillo Castillo
Metrólogo

Ing. Sergio Martínez
Director del Laboratorio

LM-PC-28-F-01R1.0



LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-00598-001 R0

Page / Pág. 6 de 6

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue en el AREA LABORATORIO MTL GEOTECNIA S.A.C.; MTL GEOTECNIA S.A.C. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales

| | | | |
|---------------------|---------|-----------------|--------|
| Temperatura Máxima: | 25,0 °C | Humedad Máxima: | 70,0 % |
| Temperatura Mínima: | 23,5 °C | Humedad Mínima: | 63,0 % |

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95 % y no menor a este valor. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los resultado(s) reportado(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado (s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



| Equipo | Fabricante | Modelo | Certificado de Calibración | Fecha de Calibración |
|--|------------|------------|----------------------------|----------------------|
| Termómetro Digital Multicanal (Termopares) | LUTRON | BTM-4208SD | T-31002-015 al T-31002-026 | 2024-04-26 |

DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. El número de puntos de calibración, cantidad de sensores y su ubicación son acordados y aceptados por el cliente
3. El volumen útil o Zona de trabajo donde es válida la caracterización es acordada con el cliente.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **T-00598-001**

Fin de Certificado

LM-PC-28-F-01 R1.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°LL-6272-2024

Página: 2 de 3

8. Resultados

ERROR DE REFERENCIA INICIAL

| Valor Nominal (mm) | Promedio (mm) | Error (μm) |
|--------------------|---------------|-------------------------|
| 0,00 | 0,00 | 0 |

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

| Valor Nominal (mm) | Valor Patrón (mm) | Indicación del Pie de Rey | | | Promedio (mm) | Error (μm) |
|--------------------|-------------------|---------------------------|--------------|---------------|---------------|-------------------------|
| | | Superior (mm) | Central (mm) | Inferior (mm) | | |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0 |
| 20,00 | 20,000 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,000 | 0 |
| 50,00 | 50,000 | 50,00 | 49,99 | 50,00 | 49,997 | -3 |
| 80,00 | 80,000 | 80,00 | 80,00 | 79,99 | 79,997 | -3 |
| 100,00 | 100,000 | 100,01 | 100,01 | 100,01 | 100,010 | 10 |
| 120,00 | 120,000 | 120,01 | 120,01 | 119,99 | 120,003 | 3 |
| 150,00 | 150,000 | 150,00 | 150,01 | 150,00 | 150,003 | 3 |
| 200,00 | 200,000 | 200,01 | 200,01 | 200,00 | 200,007 | 7 |

ERROR CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL

| Valor Nominal (mm) | Error (E) (μm) |
|--------------------|-----------------------------|
| 120,00 | 20 |

ERROR DE REPETIBILIDAD

| Valor Nominal (mm) | Error (R) (μm) |
|--------------------|-----------------------------|
| 100,00 | 10 |

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES

| Valor Nominal (mm) | Error (S_{E-i}) (μm) |
|--------------------|---------------------------------------|
| 10,00 | 0 |

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD

| Valor Nominal (mm) | Error (S_{E-p}) (μm) |
|--------------------|---------------------------------------|
| 10,00 | 10 |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL-6272-2024

Página: 1 de 3

Expediente : T 700-2024
Fecha de emisión : 2024-12-14

1. Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento : PIE DE REY

| | |
|--------------------------|--------------|
| Tipo de Indicación | : DIGITAL |
| Alcance de Indicación | : 200 mm |
| División mínima | : 0,01 mm |
| Marca | : MITUTOYO |
| Modelo | : CD-8"ASX-B |
| Serie | : 17913523 |
| Procedencia | : NO INDICA |
| Código de Identificación | : NO INDICA |

3. Lugar y fecha de Calibración

La calibración se realizó en CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Fecha de calibración: 2024-12-11

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa según el PC-012 " Procedimiento de calibración de pie de rey del Indecopi -SNM" Edición 5 , 2012.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------------------|-----------|----------------|--------------|
| JUEGO DE BLOQUES PATRÓN | INSIZE | LLA-C-005-2024 | INACAL - DM |
| BLOQUE PATRÓN | INSIZE | LLA-188-2024 | INACAL - DM |
| VARILLA PATRÓN | INSIZE | LLA-273-2024 | INACAL - DM |
| ANILLO PATRÓN | INSIZE | LLA-263-2024 | INACAL - DM |
| TERMÓMETRO DE CONTACTO | NO INDICA | CT-1483-2024 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 25,0 | 24,8 |
| Humedad % | 67,9 | 68,9 |

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autodhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza aproximado del 95 %.
- El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 30 \mu\text{m}$, según Fabricante.



 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°LL-6272-2024

Página: 3 de 3

ERROR DE CONTACTO LINEAL

| Valor Nominal (mm) | Error (L) (μm) |
|--------------------|-----------------------------|
| 10,00 | 0 |

ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA

| Valor Nominal (mm) | Error (J) (μm) |
|--------------------|-----------------------------|
| 20,00 | 0 |

ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN DE INTERIORES

| Valor Nominal (mm) | Error (K) (μm) |
|--------------------|-----------------------------|
| 5,00 | 10 |

Gráfico de Error de Superficie Parcial de Pie de Rey



INCERTIDUMBRE DEL PIE DE REY

$$U (k=2) = (16,05^2 + 0,03^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$$

| | |
|--|------------------|
| Incertidumbre para $L = 200 \text{ mm}$ | 17 μm |
|--|------------------|

Fin del documento



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

F-00598-006 RO

Page / Pág. 3 de 4

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

| Indicación del IBC z % | kN | Error Relativo de ... | | | Resolución Relativa a % | Incertidumbre Expandida U kN | $k_p \approx 95\%$ |
|---------------------------|-------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------|
| | | Indicación q % | Repetibilidad b % | Reversibilidad v % | | | |
| 11,0 | 110,0 | -0,02 | 0,201 | ---- | 0,091 | 0,29 | 0,26 |
| 20,0 | 200,0 | -0,09 | 0,095 | ---- | 0,050 | 0,27 | 0,14 |
| 30,0 | 300,0 | -0,01 | 0,115 | ---- | 0,033 | 0,37 | 0,12 |
| 40,0 | 400,0 | 0,006 | 0,070 | ---- | 0,025 | 0,40 | 0,099 |
| 50,0 | 500,0 | -0,085 | 0,057 | ---- | 0,020 | 0,44 | 0,089 |
| 60,0 | 600,0 | -0,078 | 0,061 | ---- | 0,017 | 0,54 | 0,090 |
| 70,0 | 700,0 | -0,067 | 0,057 | ---- | 0,014 | 0,62 | 0,088 |
| 80,0 | 800,0 | -0,052 | 0,059 | ---- | 0,013 | 0,71 | 0,088 |
| 90,0 | 900,0 | -0,053 | 0,075 | ---- | 0,011 | 0,87 | 0,096 |
| 99,5 | 995,0 | -0,12 | 0,130 | ---- | 0,010 | 1,3 | 0,13 |

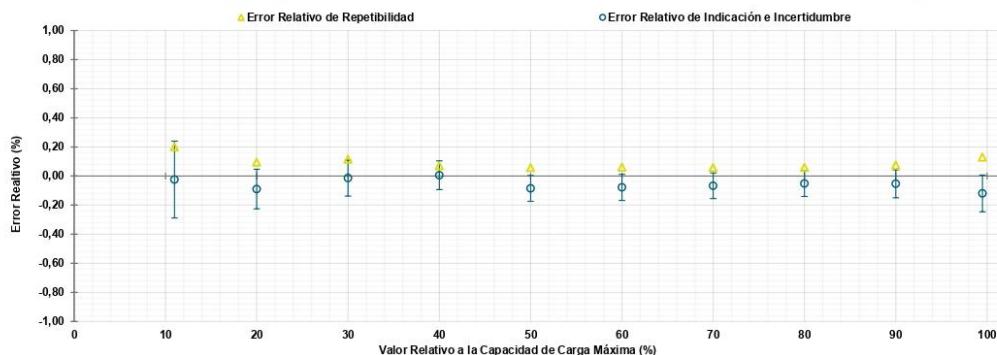


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.

Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

| A | B | C | D |
|-----------------|---------------|-----------------|----------------|
| -1,822 099 E-01 | 1,002 104 E00 | -4,118 211 E-06 | 3,234 875 E-09 |

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue AREA LABORATORIO MTL GEOTECNIA S.A.C. de la empresa MTL GEOTECNIA S.A.C. ubicada en LOS OLIVOS-SAN MARTIN DE PORRES-LIMA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

| | | | |
|--|--------------------|--|--------------------|
| Temperatura Ambiente Máxima: Humedad Relativa Máxima: | 23,7 °C 70 % hr | Temperatura Ambiente Mínima: Humedad Relativa Mínima: | 22,4 °C 68 % hr |
|--|--------------------|--|--------------------|

LM-PC-05-F-01 R14.2

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

F-00598-006 RO

Page / Pág. 2 de 4

DATOS TÉCNICOS

| | |
|------------------------------|---|
| Dirección de Carga | Compresión |
| Tipo de Indicación | Digital |
| Resolución | 0,1 kN |
| Apreciación | 0,1 kN |
| Clase | 1,0 |
| Límite Inferior de la Escala | 20 kN |
| Documento de Referencia | ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system |

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.

Indicaciones registradas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

| Fuerza Nominal Indicada | ≈ % | kN | Indicaciones Registradas del Equipo Patrón | | | Promedio S _{1, 2 y 3} | Errores Relativos | |
|-------------------------|-------|---------|--|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|
| | | | S ₁ Ascendente kN | S ₂ Ascendente kN | S ₃ Ascendente kN | | Indicación q % | Repetibilidad b % |
| 20,0 | 200,0 | 200,509 | 201,272 | 201,358 | 201,046 2 | -0,52 | 0,421 | |
| 50,0 | 500,0 | 503,942 | 504,343 | 504,419 | 504,234 7 | -0,84 | 0,094 | |
| 99,0 | 990,0 | 990,044 | 989,784 | 990,694 | 990,173 7 | -0,02 | 0,092 | |

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega de la máquina

| Fuerza Nominal Indicada | ≈ % | kN | Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie | | | | | Promedio S _{1, 2 y 3} |
|-------------------------|-------|---------|--|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| | | | S ₁ Ascendente kN | S ₂ Ascendente kN | S _{2'} No Aplica | S ₃ Ascendente kN | S ₄ No Aplica | |
| 11,0 | 110,0 | 109,891 | 110,112 | --- | --- | 110,077 | --- | 110,026 8 |
| 20,0 | 200,0 | 200,182 | 200,082 | --- | --- | 200,272 | --- | 200,178 9 |
| 30,0 | 300,0 | 299,867 | 300,048 | --- | --- | 300,213 | --- | 300,042 6 |
| 40,0 | 400,0 | 399,928 | 399,862 | --- | --- | 400,143 | --- | 399,977 9 |
| 50,0 | 500,0 | 500,573 | 500,287 | --- | --- | 500,417 | --- | 500,425 7 |
| 60,0 | 600,0 | 600,276 | 600,487 | --- | --- | 600,642 | --- | 600,468 3 |
| 70,0 | 700,0 | 700,280 | 700,445 | --- | --- | 700,681 | --- | 700,468 7 |
| 80,0 | 800,0 | 800,657 | 800,402 | --- | --- | 800,187 | --- | 800,415 6 |
| 90,0 | 900,0 | 900,306 | 900,231 | --- | --- | 900,906 | --- | 900,480 8 |
| 99,5 | 995,0 | 996,104 | 995,584 | --- | --- | 996,879 | --- | 996,189 2 |

Tabla 3.

Error relativo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

| f _{0,S1} % | f _{0,S2} % | f _{0,S2'} % | f _{0,S3} % | f _{0,S4} % |
|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 0,000 | 0,000 | --- | 0,000 | --- |

LM-PC-05-F-01 R14.2

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-00598-006 RO

Page / Pág. 1 de 4

| | |
|---|--------------------------------------|
| Equipo <i>Instrument</i> | MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN |
| Fabricante / Año <i>Manufacturer / Year</i> | UTEST (2019) |
| Modelo <i>Model</i> | UTC-4722.FPR |
| Número de Serie <i>Serial Number</i> | 19/002539 |
| Identificación Interna <i>Internal Identification</i> | NO PRESENTA |
| Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i> | 1000 KN |
| Solicitante <i>Customer</i> | MTL GEOTECNIA S.A.C. |
| Dirección <i>Address</i> | CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. |
| Ciudad <i>City</i> | LOS OLIVOS-SAN MARTIN DE PORRES-LIMA |
| Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i> | 2024 - 10 - 22 |
| Fecha de Emisión <i>Date of issue</i> | 2024 - 10 - 24 |

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached

04

Sin la aprobación del Laboratorio de Metroología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Bf. Félix Jaramillo Castillo
Metroólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R14.2



LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

F-00598-006 RO

Page / Pág. 4 de 4

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de medición declarada se expresa como la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente el 95%. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metroológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.



| Equipo de Referencia | Modelo | No. Serie | Clase | Certificado de Calibración | Próxima Calibración |
|-------------------------------|--------|-----------|-------|----------------------------|---------------------|
| Transductor de Fuerza 1000 kN | C8S | 930040 | 0.5 | 6753 del INM de Colombia | 2025-06 |

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza la escala de la máquina de ensayo. Según ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system.

| Clase de la escala de la máquina | Indicación | Repetibilidad | Reversibilidad* | Cero | Resolución relativa |
|----------------------------------|------------|---------------|-----------------|------|---------------------|
| 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,75 | 0,05 | 0,25 |
| 1 | 1,0 | 1,0 | 1,50 | 0,10 | 0,50 |
| 2 | 2,0 | 2,0 | 3,00 | 0,20 | 1,00 |
| 3 | 3,0 | 3,0 | 4,50 | 0,30 | 1,50 |

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma (,) como separador decimal.
2. Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
3. En cualquier caso, la máquina de ensayos debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
4. Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-00598-006**

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R14.2

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

M-00598-002 RO

Page / Pág. 3 de 4

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

| Valor Nominal de la Carga | | 8000 g |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Posición | Indicación del Instrumento | Diferencia Respecto al Centro |
| --- | g | g |
| 1 | 8 000,0 | ----- |
| 2 | 8 000,0 | 0,0 |
| 3 | 8 000,1 | 0,1 |
| 4 | 7 999,8 | -0,2 |
| 5 | 7 999,9 | -0,1 |
| Diferencia máxima respecto al centro | | 0,2 |

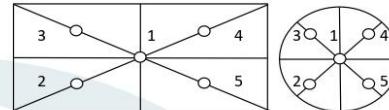


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

| Valor Nominal de las Cargas | | | | |
|------------------------------------|---------|-----------------------------------|----------|--------------|
| | | | 12000 g | 24000 g |
| Cantidad de Repeticiones | | Indicación del Instrumento | | |
| 1 | 12000,0 | 24000,2 | | |
| 2 | 12000,0 | 24000,2 | | |
| 3 | 12000,0 | 24000,1 | | |
| 4 | 12000,0 | 24000,3 | | |
| 5 | 12000,0 | 24000,0 | | |
| 6 | 11999,9 | 24000,1 | | |
| 7 | 12000,0 | 24000,0 | | |
| 8 | 11999,9 | 24000,2 | | |
| 9 | 12000,0 | 24000,1 | | |
| 10 | 11999,9 | 24000,1 | | |
| Desviación Estándar | | 0,048 | g | 0,095 |
| | | | | g |

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue LABORATORIO MTL, MTL GEOTECNIA S.A.C. ; LOS OLIVOS-SAN MARTIN DE PORRES-LIMA . Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

| | | | |
|------------------------------------|------------|------------------------------------|------------|
| Temperatura Máxima: | 22,0 °C | Temperatura Mínima: | 20,9 °C |
| Humedad Máxima: | 65 % HR | Humedad Mínima: | 59 % HR |
| Presión Barométrica Máxima: | 1008,9 hPa | Presión Barométrica Mínima: | 1008,9 hPa |

LM-PC-24-F-01 R9.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

M-00598-002 RO

Page / Pág. 2 de 4

DATOS TÉCNICOS

| | |
|--------------------------------|--|
| Método Empleado | Comparación Directa |
| Número de Serie | B639089407 |
| Identificación Interna | No presenta |
| Resolución | 0,1 g |
| Intervalo Calibrado | 1 g a 24000 g |
| Documento de Referencia | Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009 |

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.

Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

| Carga g | Indicación Ascendente g | Indicación Descendente g | Error Ascendente g | Error Descendente g | Incertidumbre Expandida ± g | k ¹ , p=95,45% |
|----------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1,00 | 1,0 | 1,0 | 0,00 | 0,00 | 0,23 | 2,23 |
| 20,00 | 20,0 | 20,0 | 0,00 | 0,00 | 0,23 | 2,23 |
| 500,00 | 500,0 | 500,0 | 0,00 | 0,00 | 0,23 | 2,23 |
| 1 000,00 | 1 000,0 | 1 000,0 | 0,00 | 0,00 | 0,23 | 2,23 |
| 2 000,00 | 2 000,0 | 2 000,0 | 0,00 | 0,00 | 0,32 | 2,21 |
| 5 000,00 | 5 000,0 | 4 999,9 | 0,00 | - 0,10 | 0,80 | 2,18 |
| 8 000,0 | 8 000,0 | 7 999,9 | 0,0 | - 0,1 | 1,3 | 2,13 |
| 10 000,0 | 10 000,0 | 9 999,9 | 0,0 | - 0,1 | 1,6 | 2,10 |
| 15 000,0 | 15 000,0 | 14 999,9 | 0,0 | - 0,1 | 2,4 | 2,05 |
| 20 000,0 | 19 999,9 | 19 999,9 | - 0,1 | - 0,1 | 3,2 | 2,03 |
| 24 000,0 | 23 999,9 | 23 999,9 | - 0,1 | - 0,1 | 3,8 | 2,02 |

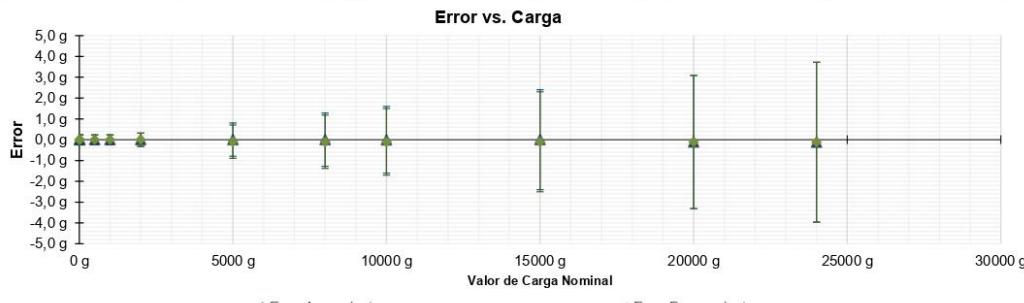


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹Factor de cobertura
LM-PC-24-F-01 R9.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-00598-002 RO

Page / Pág 1 de 4

| | |
|---|--------------------------------------|
| Equipo <i>Instrument</i> | INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO |
| Fabricante <i>Manufacturer</i> | OHAUS |
| Modelo <i>Model</i> | EX24001 |
| Número de Serie <i>Serial Number</i> | B639089407 |
| Identificación Interna <i>Internal Identification</i> | No presenta |
| Carga Máxima <i>Maximum load</i> | 24000 g |
| Solicitante <i>Customer</i> | MTL GEOTECNIA S.A.C. |
| Dirección <i>Address</i> | CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. |
| Ciudad <i>City</i> | LOS OLIVOS-SAN MARTIN DE PORRES-LIMA |
| Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i> | 2024 – 10 – 17 |
| Fecha de Emisión <i>Date of issue</i> | 2024 – 10 – 28 |

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

04 *The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.*

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR LTDA no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Félix Jaramillo Castillo
 Metrólogo Laboratorio de Metrología



Iag. Sergio Iván Martínez
 Director Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R9.0



LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

M-00598-002 R0

Page / Pág. 4 de 4

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{corregida} = R - E_{aprox} \quad E_{aprox} = -2,87 \cdot 10^{-6} \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,07 \cdot 10^{-2} + 2,64 \cdot 10^{-10} R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.0.2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) reportados(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metroológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



| Equipo | Fabricante | Certificado(s) de calibración | Fecha(s) de calibración |
|----------------|-------------|--|--------------------------|
| Pesas clase F1 | No presenta | M-31695-002 Pinzuar / 0813-MPES-C-2024 Pesatec | 2024-04-25 2024-06-14 |
| Pesas clase F1 | Pinzuar | M-31695-001 Pinzuar / 0773-MPES-C-2024 Pesatec | 2024-04-26 2024-06-11 |

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. La calibración puede dejar de ser válida si el instrumento es trasladado a un lugar distinto del que fue calibrado
6. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-00598-002**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 R9.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

CALIBRATEC S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-F-0068-2025**

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

| Indicación de la máquina de ensayo | | Indicación del transductor de fuerza patrón | | | | | Error de medición |
|------------------------------------|-------|---|-------------|-------------|----------------------|----------|-------------------|
| | | 1ra Serie | 2da Serie | 3ra Serie | 4ta Serie Accesorios | Promedio | |
| % | kgf | Ascenso kgf | Ascenso kgf | Ascenso kgf | Ascenso kgf | kgf | kgf |
| 10 | 1500 | 1501 | 1499 | 1498 | -- | 1499 | 1 |
| 20 | 3000 | 3001 | 2997 | 2998 | -- | 2999 | 1 |
| 30 | 4500 | 4497 | 4495 | 4493 | -- | 4495 | 5 |
| 40 | 6000 | 6000 | 5996 | 5996 | -- | 5997 | 3 |
| 50 | 7500 | 7499 | 7498 | 7496 | -- | 7497 | 3 |
| 60 | 9000 | 9003 | 9000 | 9001 | -- | 9001 | -1 |
| 70 | 10500 | 10501 | 10499 | 10498 | -- | 10500 | 0 |
| 80 | 12000 | 11999 | 11997 | 11999 | -- | 11998 | 2 |
| 90 | 13500 | 13499 | 13498 | 13497 | -- | 13498 | 2 |
| 100 | 15000 | 15001 | 14999 | 14999 | -- | 14999 | 1 |

| Indicación de la máquina de ensayo | | Errores relativos de medición | | | | | Incertidumbre de medición relativa |
|------------------------------------|-------|-------------------------------|---------------|----------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|
| | | Indicación | Repetibilidad | Reversibilidad | Resolución relativa | Error con accesorios | |
| % | kgf | q % | b % | v % | a % | % | % |
| 10 | 1500 | 0,04 | 0,20 | -- | 0,07 | -- | 0,16 |
| 20 | 3000 | 0,05 | 0,14 | -- | 0,03 | -- | 0,12 |
| 30 | 4500 | 0,11 | 0,09 | -- | 0,02 | -- | 0,10 |
| 40 | 6000 | 0,05 | 0,07 | -- | 0,02 | -- | 0,09 |
| 50 | 7500 | 0,04 | 0,04 | -- | 0,01 | -- | 0,08 |
| 60 | 9000 | -0,01 | 0,03 | -- | 0,01 | -- | 0,08 |
| 70 | 10500 | 0,00 | 0,03 | -- | 0,01 | -- | 0,08 |
| 80 | 12000 | 0,01 | 0,02 | -- | 0,01 | -- | 0,08 |
| 90 | 13500 | 0,02 | 0,02 | -- | 0,01 | -- | 0,08 |
| 100 | 15000 | 0,00 | 0,01 | -- | 0,01 | -- | 0,08 |

| Clase de la escala de la maquina de ensayo | Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1) | | | | |
|--|---------------------------------------|---------------|----------------|---------------------|---------|
| | Indicación | Repetibilidad | Reversibilidad | Resolución relativa | Cero f0 |
| | q % | b % | v % | a % | % |
| 0,5 | ± 0,50 | 0,5 | ± 0,75 | ± 0,25 | ± 0,05 |
| 1 | ± 1,00 | 1,0 | ± 1,50 | ± 0,50 | ± 0,10 |
| 2 | ± 2,00 | 2,0 | ± 3,00 | ± 1,00 | ± 0,20 |
| 3 | ± 3,00 | 3,0 | ± 4,50 | ± 1,50 | ± 0,30 |

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f0) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

977 997 385 - 913 028 621
913 028 623 - 913 028 624

Av. María Parado de Bellido Lote 20-A - Comas - Lima - Lima
comercial@calibratec.com.pe
CALIBRATEC SAC



**CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS**
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-0068-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

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 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

Laboratorio de CALIBRATEC ubicado en Av. María Parado de Bellido Lote. 20a Otr. Ex Fundo Chacra Cerro Lima-Lima-Comas

8. Condiciones de calibración

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 26,8 °C | 27,2 °C |
| Humedad relativa | 55 % | 56 % |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|---|--|----------------------------|
| CHANGCHENG INSTITUTE OF METROLOGY & MEASUREMENT | Celda de carga de 1000 kN con una incertidumbre de 0,07% | GFJGJL1001240913983 |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

📞 977 997 385 - 913 028 621
📞 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. María Parado de Bellido Lote 20-A - Comas - Lima - Lima
✉️ comercial@calibratec.com.pe
🌐 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-0068-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

| | |
|-------------------------------|--|
| 1. Expediente | 0096 |
| 2. Solicitante | MTL GEOTECNIA S.A.C. |
| 3. Dirección | CAL. LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS (AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV. DANIEL ALCID) LIMA-LIMA-SAN MARTIN DE PORRES |
| 4. Instrumento calibrado | MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PLACA DE CARGA) |
| Marca | HYDROMAG |
| Modelo | H032650 |
| Nº de serie | 17N1318 |
| Identificación | NO INDICA |
| Procedencia | NO INDICA |
| Intervalo de indicación | 0 kgf a 20000 kgf |
| Resolución | 1 kg |
| Clase de exactitud | NO INDICA |
| Modo de fuerza | Compresión |
| <i>Indicador Digital</i> | |
| Marca | HIGHWEIGHT |
| Modelo | 315-X8 |
| <i>Transductor de Presión</i> | |
| Marca | ZEMIC |
| Modelo | YB15 |
| 5. Fecha de calibración | 2025-03-25 |

Fecha de Emisión

2025-03-26



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 26/03/2025 09:39:48-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

977 997 385 - 913 028 621
913 028 623 - 913 028 624

Av. María Parado de Bellido Lote 20-A - Comas - Lima - Lima
comercial@calibratec.com.pe
CALIBRATEC SAC



CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-0068-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza 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.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

977 997 385 - 913 028 621
913 028 623 - 913 028 624

Av. María Parado de Bellido Lote 20-A - Comas - Lima - Lima
comercial@calibratec.com.pe
CALIBRATEC SAC

Anexo 06 – Análisis de datos -SPSS

ONEWAY Resistencia_a_la_compresion BY Resina_de_pino

/MISSING ANALYSIS.

ANOVA de un factor

Notas

| | |
|-------------------------------------|---|
| Resultados creados | 31-JUL-2025 18:26:13 |
| Comentarios | |
| Entrada | <p>Conjunto de datos activo: Conjunto_de_datos0</p> <p>Filtro: <ninguno></p> <p>Peso: <ninguno></p> <p>Dividir archivo: <ninguno></p> <p>N.º de filas del archivo de trabajo: 12</p> |
| Tratamiento de los valores perdidos | <p>Definición de los valores perdidos: Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.</p> <p>Casos utilizados: Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis.</p> <p>ONEWAY: Resistencia_a_la_compresion BY Resina_de_pino</p> <p>/MISSING ANALYSIS.</p> |
| Sintaxis | |
| Recursos | <p>Tiempo de procesador: 00:00:00.00</p> <p>Tiempo transcurrido: 00:00:00.15</p> |

[Conjunto_de_datos0]

ANOVA de un factor

Resistencia a la compresión - kg/cm²

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Inter-grupos | 1144,745 | 3 | 381,582 | 18,941 | ,001 |
| Intra-grupos | 161,167 | 8 | 20,146 | | |
| Total | 1305,912 | 11 | | | |

ONEWAY Adherencia BY Resina_de_pino

/MISSING ANALYSIS.

ANOVA de un factor

Notas

| | |
|-------------------------------------|---|
| Resultados creados | 31-JUL-2025 18:27:14 |
| Comentarios | |
| Entrada | Conjunto de datos activo Filtro Peso Dividir archivo Núm. de filas del archivo de trabajo Definición de los valores perdidos |
| Tratamiento de los valores perdidos | Conjunto_de_datos0 <ninguno> <ninguno> <ninguno> Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos. Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis. ONEWAY Adherencia BY Resina_de_pino /MISSING ANALYSIS. |
| Sintaxis | |
| Recursos | Tiempo de procesador Tiempo transcurrido |

[Conjunto_de_datos0]

ANOVA de un factor

Adherencia en Especímenes de Albañileria - kg/cm²

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Inter-grupos | 8,882 | 1 | 8,882 | 333,063 | ,000 |
| Intra-grupos | ,107 | 4 | ,027 | | |
| Total | 8,988 | 5 | | | |

ONEWAY Resistencia_a_la_compresion_diagonal_de_muretes BY Resina_de_pino
/MISSING ANALYSIS.

ANOVA de un factor

Notas

| | |
|-------------------------------------|--|
| Resultados creados | 31-JUL-2025 18:27:36 |
| Comentarios | |
| Entrada | <p>Conjunto de datos activo: Conjunto_de_datos0</p> <p>Filtro: <ninguno></p> <p>Peso: <ninguno></p> <p>Dividir archivo: <ninguno></p> <p>N.º de filas del archivo de trabajo: 12</p> |
| Tratamiento de los valores perdidos | <p>Definición de los valores perdidos: Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.</p> <p>Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis.</p> |
| Sintaxis | <p>ONEWAY</p> <p>Resistencia_a_la_compresion_diagonal_de_muretes BY Resina_de_pino</p> <p>/MISSING ANALYSIS.</p> |
| Recursos | <p>Tiempo de procesador: 00:00:00.00</p> <p>Tiempo transcurrido: 00:00:00.00</p> |

[Conjunto_de_datos0]

ANOVA de un factor

Resistencia a la compresión diagonal en muretes - kg/cm²

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Inter-grupos | ,260 | 1 | ,260 | 18,557 | ,013 |
| Intra-grupos | ,056 | 4 | ,014 | | |
| Total | ,317 | 5 | | | |

**Anexo 07 – Certificado del Laboratorio de Ensayo de Materiales y Concreto de la
Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y
CONCRETO

El que suscribe es el encargado de los Laboratorios de Ensayos de Materiales y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil:

CERTIFICA

Que los bachilleres en Ingeniería Civil, **MERINO RABANAL NICOLE JANEETT** con DNI N° 77058769 y **TORRES RAMÍREZ JESEBELL XENIA** con DNI N° 73177714, ex alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa han registrado su asistencia a estos laboratorios en los períodos de Octubre 2024 – Enero 2025; desarrollando una serie de ensayos para cumplir con los objetivos de su Tesis: “**INFLUENCIA DE LA RESINA DE PINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO - NUEVO CHIMBOTE -2024**”, cuyos resultados se obtuvieron en estos laboratorios.

Se expide el presente documento a solicitud de los interesados con fines que se estime conveniente.



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de Ensayo de
Materiales y Concreto
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 08 – Panel fotográfico

Figura 9

Selección y separación de áridos mediante zaranda artesanal en la cantera “Don Ramon”



Figura 10

Extracción del agregado fino en la cantera “Don Ramon”



Figura 11

Muestreo de arena en cantera para control de calidad de materiales de construcción en la cantera “Don Ramon”



Figura 12

Proceso de cuarteo de agregado fino para obtención de muestras representativas en laboratorio



Figura 13

Pesaje del recipiente en balanza electrónica de laboratorio.



Figura 14

Muestra de árido fino de cantera sobre balanza digital para control de calidad de materiales



Figura 15

Colocación de muestras de agregado fino en estufa para determinación de humedad en laboratorio



Figura 16

Preparación de materiales y tamices para ensayo granulométrico de agregado fino en laboratorio



Figura 17

Tamizadora mecánica utilizada para el ensayo granulométrico de agregados en laboratorio



Figura 18

Recolección y pesado de fracción retenida en tamiz durante el análisis granulométrico manual



Figura 19

Registro del peso del residuo retenido en tamiz, como parte del ensayo granulométrico de laboratorio



Figura 20

Distribución de fracciones retenidas en cada tamiz tras el análisis granulométrico de agregado fino



Figura 21

Manipulación segura de muestras tras el secado en estufa para determinación de humedad en laboratorio.



Figura 22

Preparación y lavado de árido fino previo al ensayo de peso específico según norma técnica



Figura 23

Secado superficial de muestra antes sumergida



Figura 24

Veinticinco golpes por cada capa en molde metálico



Figura 25

Desmoronamiento del agregado superficialmente seco



Figura 26

Peso de 500g para peso específico en picnómetro



Figura 27

Peso de fiola + 500g de arena superficialmente seca

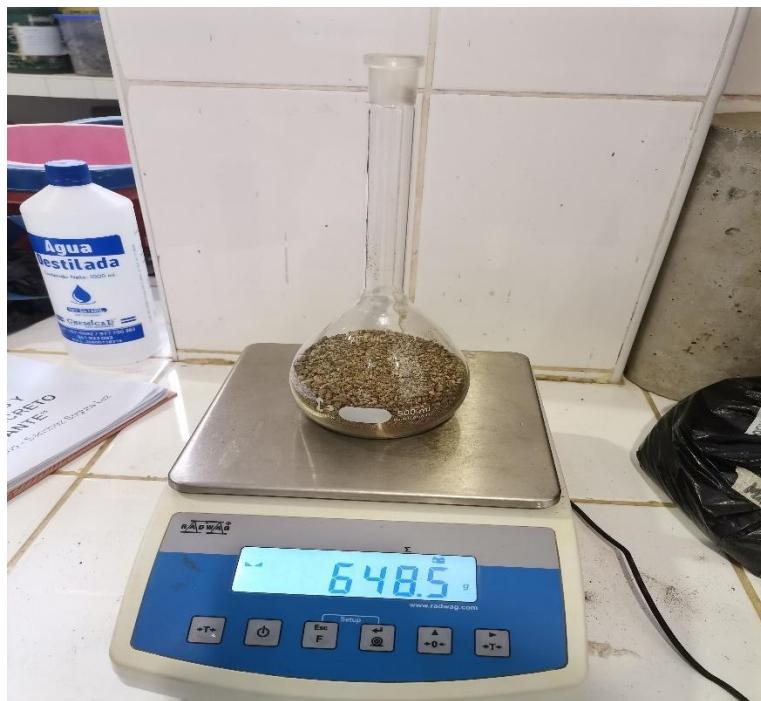


Figura 28

Calentamiento con cocina para sacar las burbujas de aire (2) - ensayo



Figura 29

Contenido de fiola en horno – ensayo



Figura 30

Preparación de mortero patrón para ensayo de fluidez



Figura 31

Ensayo de fluidez mortero patrón - 25 golpes en plato de flujo

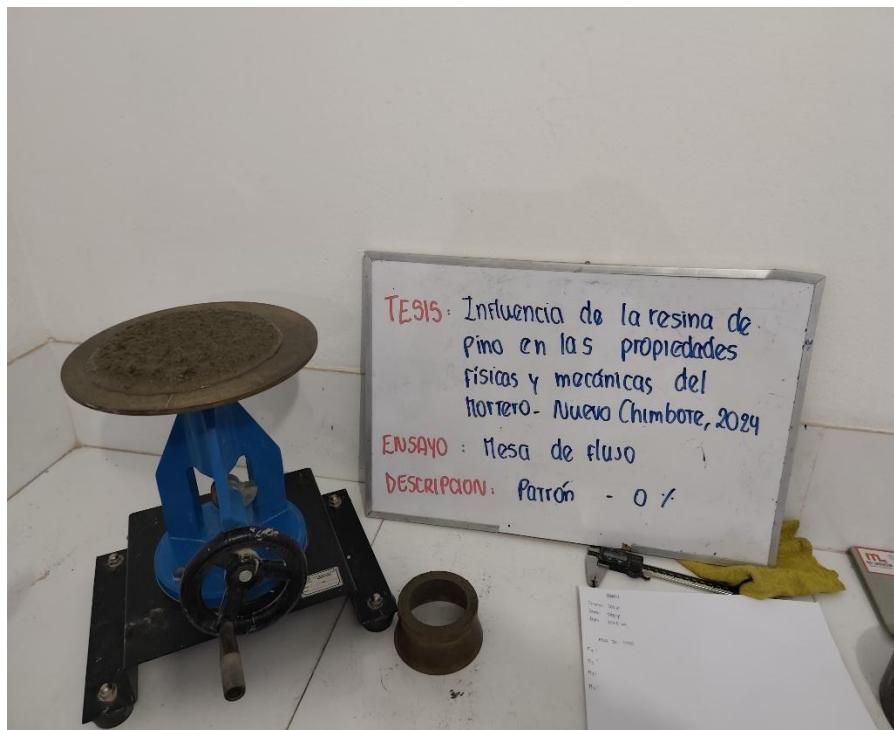


Figura 32

Preparación de mortero patrón + 1.0% de resina de pino

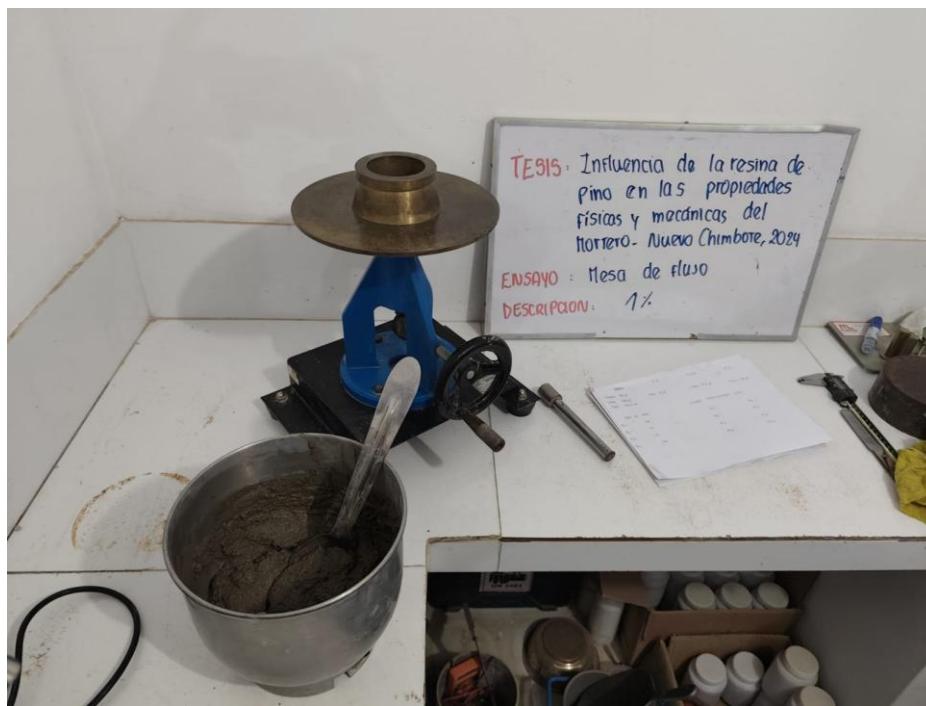


Figura 33

Preparación de mortero patrón + 1.5% de resina de pino



Figura 34

Preparación de mortero patrón + 2% de resina de pino



Figura 35

Medida de diámetro de mortero + 2% de resina de pino

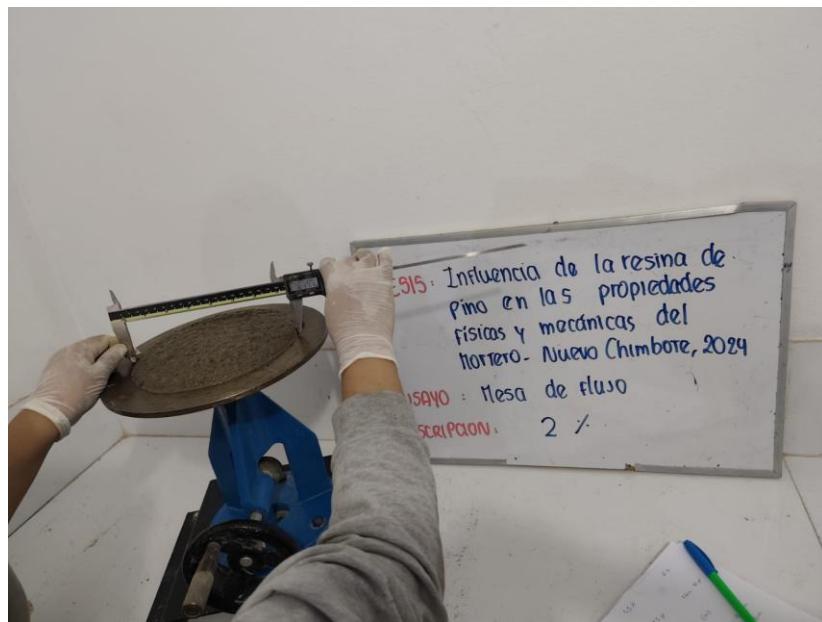


Figura 36

Medida de diámetro de molde para peso unitario



Figura 37

Medida de la altura del molde para determinar el peso unitario



Figura 38

Preparación de mezcla patrón en mezcladora



Figura 39

Colocado de mezcla patrón en molde - 25 golpes por capa



Figura 40

Mezcla patrón en molde lista para pesar



Figura 41

Peso de ensayo 01 - mezcla patrón



Figura 42

Resina de pino



Figura 43

Pulverización de Resina de pino



Figura 44

Ensayo granulométrico de la resina de pino



Figura 45

Tamizado de la resina de pino



Figura 46

Preparación de mortero con adición de 1% de resina de pino



Figura 47

Peso de ensayo 01 - mortero + 1% de resina en polvo



Figura 48

Mezclado de mortero + 1.5% de resina de pino



Figura 49

Peso de ensayo 01 - mortero + 2% de resina en polvo



Figura 50

Ensayo de adherencia de mortero patrón



Figura 51

Ensayo de adherencia de mortero patrón +2.0% de resina de pino



Figura 52

Medidas de los dados de mortero patrón

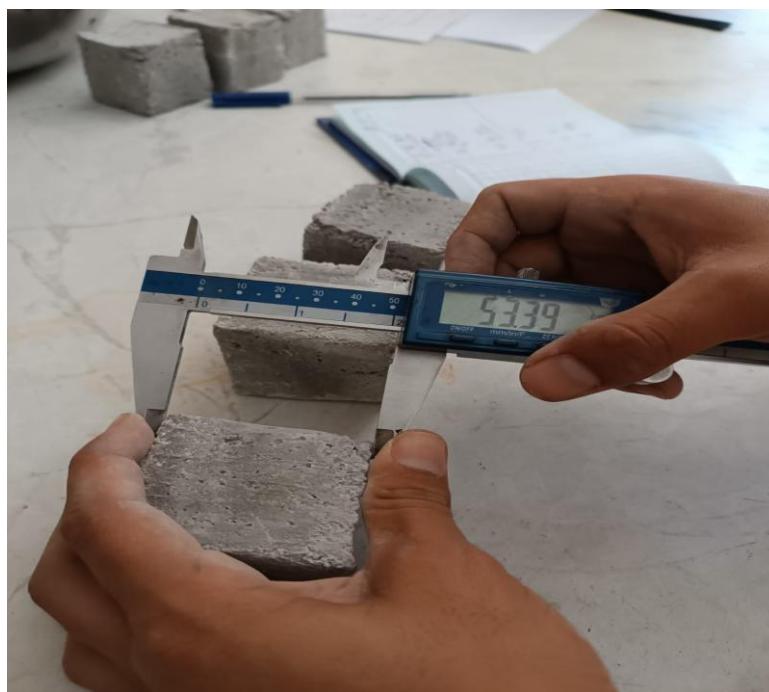


Figura 53

Medición de la carga de ruptura en dado de concreto durante el ensayo de compresión para la muestra patrón



Figura 54

Medición de la carga de ruptura en dado de concreto durante el ensayo de compresión para la muestra patrón +2.0% de resina de pino



Figura 55

Elaboración de muretes con mortero patrón

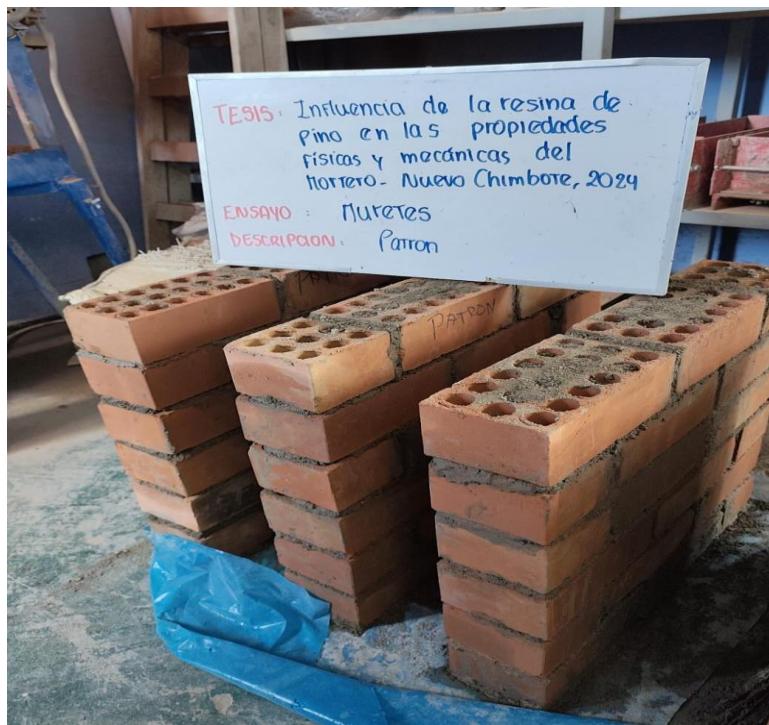


Figura 56

Ensayo 02 - diagonal de muretes mortero patrón

