



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Efectos de la ceniza de lemna gibba y fibra de Furcraea andina
sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORA:

Huenece Ancco, Angela Karen (orcid.org/0000-0003-4240-0427)

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

CALLAO – PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta esta etapa tan importante en mi formación profesional.

Dedico a mi familia maravillosa con todo mi corazón quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad, sacrificio y de triunfo en la vida lo que ha contribuido a la consecución de este logro.

A mi madre Maribel por demostrarme siempre su cariño, sabiduría y apoyo incondicional en cada paso de mi formación académica.

A mi padre Wilmer por darme la valentía y fortaleza día a día y demostrar su capacidad para lograr mis metas trazadas.

A mis hermanas queridas Nataly Veronica y Luciana Paola por la motivación y entusiasmo que vivimos juntas en mi formación académica.

Huenece Ancco, Angela Karen

Agradecimiento

Agradecer a Dios el presente trabajo de tesis por bendecirme y haber llegado a que este sueño anhelado se haga realidad.

Agradecer a la prestigiosa Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de lograr una de mis metas más ansiadas tras verme dentro de ella, me eh dado cuenta que más allá de ser un reto, es una base no solo para mi entendimiento del campo en el que me eh visto inmerso, sino para lo que concierne a la vida y a mi futuro.

Y finalmente agradecer de manera especial a mi asesor de tesis al Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto por guiarme, apoyarme y brindarme conocimientos en cada clase y confiar en mí, para realizar este proyecto y con la enseñanza que pudo explicarme aquellos detalles para culminar mi tesis

Huenece Ancco, Angela Karen

Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, HUENECE ANCCO ANGELA KAREN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Efectos de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
ANGELA KAREN HUENECE ANCCO DNI: 77133962 ORCID: 0000-0003-4240-0427	Firmado electrónicamente por: ANHUENECEAN el 06- 12-2023 01:14:04

Código documento Trilce: TRI - 0686107



Declaratoria de Autenticidad del Asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Efectos de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023", cuyo autor es HUENECE ANCCO ANGELA KAREN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 06 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO DNI: 09389936 ORCID: 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 06- 12-2023 16:26:29

Código documento Trilce: TRI - 0686110



Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores	iv
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- MARCO TEÓRICO	4
III.- METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación:	12
3.2. Variables y Operacionalización:	13
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	15
3.5. Procedimientos:	16
3.6. Método de análisis de datos:	18
3.7. Aspectos éticos:	19
IV.- RESULTADOS	20
V.- DISCUSIÓN	31
VI.- CONCLUSIONES	35
VII.- RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS	38
ANEXOS	45

Índice de tablas

Tabla 1 Resultados del análisis químico de la ceniza de Lemna gibba	20
Tabla 2 Resultados del ensayo de módulo de elasticidad.....	21
Tabla 3 Resultados de resistencia a la compresión de la unidad	23
Tabla 4 Resultados de resistencia a la compresión del prisma de adobe	24
Tabla 5 Resultados de resistencia a la flexión del adobe.....	26
Tabla 6 Medición de temperatura externa e interna de los módulos de adobe	29

Índice de figuras

Figura 1 Flujograma del proyecto de investigación	18
Figura 2 Muestra de ceniza de lenteja de agua usada para el análisis químico...	20
Figura 3 Esfuerzo vs deformación de la fibra de Furcraea andina.....	22
Figura 4 Valores obtenidos de la resistencia a la compresión de la unidad	23
Figura 5 Valores obtenidos de resistencia a la compresión del prisma de adobe	25
Figura 6 Valores obtenidos de la resistencia a la flexión del adobe.....	26
Figura 7 Módulos de adobe construidos para la medición de temperaturas.....	27
Figura 8 Termómetros empleados para la medición de temperaturas.....	28
Figura 9 Detalles de los módulos de adobe.....	28
Figura 10 Medición de temperatura externa e interna de los módulos de adobe .	30

RESUMEN

El presente estudio titulado “Efectos de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023” que tuvo como objetivo determinar los efectos de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023. La metodología empleada en este estudio fue de enfoque cuantitativo, diseño experimental, tipo aplicada y de nivel explicativo. Los resultados mostrados indican que la incorporación de ceniza Lemna gibba y fibra de Furcraea andina mejora el comportamiento mecánico del adobe, pues con la dosificación de 3%CLG+0.25%FFA, se aumentó la resistencia a la compresión de la unidad de adobe en un 2.37%, la resistencia a la compresión del prisma de adobe en un 1.28% y la resistencia a la flexión en un 35.29%. Llegando a la conclusión que la inclusión de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina mejora indicadores como la resistencia a la compresión de la unidad, resistencia a la compresión al prisma de adobe y resistencia a la flexión.

Palabras clave: Ceniza, lemna gibba, furcraea andina, comportamiento mecánico

ABSTRACT

The present titled "Effects of Lemna gibba ash and Furcraea andina fiber on the mechanical behavior of adobe, Puno 2023" study that aimed to determine the effects of Lemna gibba ash and Furcraea andina fiber on the mechanical behavior of adobe. Adobe, Puno 2023. The methodology used in this study was a quantitative approach, experimental design, applied type and explanatory level. The results shown indicate that the incorporation of Lemna gibba ash and Furcraea andina fiber improves the mechanical behavior of the adobe, since with the dosage of 3%CLG+0.25%FFA, the compressive strength of the adobe unit was increased by a 2.37%, the compressive strength of the adobe prism by 1.28% and the flexural strength by 35.29%. Concluding that the inclusion of Lemna gibba ashes and Furcraea andina fiber improves indicators such as the compressive strength of the unit, compressive strength of the adobe prism and flexural strength.

Keywords: Ash, lemna gibba, furcraea andina, mechanical behavior

I.- INTRODUCCIÓN

El adobe es usado desde hace muchos años en el ámbito de la construcción, se calcula que casi la tercera parte de viviendas del mundo y la mitad de viviendas de los países de vías de desarrollo siguen empleando este material. La construcción con tierra ofrece múltiples beneficios, incluida la rentabilidad, niveles más bajos de energía incorporada, alta masa térmica y uso reducido de materiales no renovables (Kafodya, Okonta y Kloukinas, 2019). En el Perú el 27.9% de viviendas son edificadas con adobes, esto de acuerdo al censo realizado en el año 2017, realizando el análisis de esta estadística se requiere que el uso de estos materiales cubran las necesidades de seguridad y calidad de sus usuarios, cumpliendo también la normativa vigente en relación a este tema, más aún en zonas donde brinda confort térmico como las zonas más altas del país (Suarez et al., 2017).

Las especies de lenteja de agua, como la *Lemna gibba*, se encuentran ampliamente en aguas dulces de todo el mundo. Esta macrófita proporciona múltiples funciones y servicios a los ecosistemas, pero su proliferación excesiva puede tener impactos ambientales negativos como impactos económicos y ambientales, lo que podría ser peligroso para el ecosistema. En particular, la proliferación excesiva de macrófitos en ecosistemas sensibles a la estacionalidad puede tener impactos negativos en el funcionamiento de los sistemas hídricos y provocar modificaciones en las interacciones bióticas y la interrupción del ensamblaje de la comunidad. Dichos impactos negativos suelen incluir, por ejemplo, una reducción de la velocidad del flujo y un aumento de la sedimentación, atenuación de la luz que ingresa al cuerpo de agua causada por la cobertura masiva de la superficie del agua por la planta acuática (Gerardo y Lima, 2022).

El adobe muestra bajos valores de resistencia mecánica y resistencia al agua, lo que conduce también a una alta resistencia reductora cuando el adobe se satura con agua, incluso hasta la desintegración completa. Estos problemas se han enfrentado con la compactación mecánica (conformación a mayor presión), la estabilización química (cemento, cal, betún, etc.) y la inclusión de fibras (Muñoz et al., 2020). La edificación con tierra ofrece una compatibilidad térmica especialmente valiosa en climas áridos, caracterizados por veranos muy calurosos

y fríos inviernos. Esto se traduce en una reducción de las demandas energéticas para calefacción y refrigeración, gracias a la capacidad de retención de calor de los materiales de tierra apisonada. Este enfoque beneficioso contribuye positivamente al medio ambiente (Khtou et al., 2021).

Este estudio propone el empleo de cenizas provenientes de la calcinación de la *Lemna gibba* que abunda en los bordes del Lago Titicaca con el fin de incrementar las capacidades mecánicas de los adobes, solucionando así dos problemáticas, primero las bajas capacidades mecánicas y la excesiva presencia de lenteja de agua en la principal reserva de agua dulce del país.

Debido a esta situación se formuló como problema general ¿Cuáles son los efectos de la ceniza de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina* sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023? y como problemas específicos: ¿Cuál es la caracterización química de la ceniza de *Lemna gibba*, Puno 2023?, ¿Cuál es el módulo de elasticidad de la fibra de *Furcraea andina*, Puno 2023?, ¿Cuál es la resistencia a la compresión de la unidad de adobe con la incorporación de cenizas de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina*, Puno 2023?, ¿Cuál es la resistencia a la compresión axial del prisma de adobe con la incorporación de cenizas de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina*, Puno 2023? y ¿Cuál es la resistencia a la flexión del adobe con la incorporación de cenizas de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina*, Puno 2023?

La investigación elaborada se justifica de forma teórica, ya que permitirá la aplicación de conocimientos y saberes teóricos obtenidos, lo que ayudará a incrementar los saberes sobre el empleo de ceniza de *Lemna gibba* y la fibra de *Furcraea andina* en la elaboración de adobes. Además, que servirá de referencia para posteriores investigaciones. Se justifica de forma social, pues frente a problemas de resistencia mecánica de los adobes, se propone una nueva alternativa para la estabilización de los adobes empleando ceniza de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina*, con lo que se beneficiará a los pobladores que construyen su vivienda con este material. Se justifica de forma práctica pues se propondrá una dosificación adecuada incorporación de ceniza de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina*, con el fin de alcanzar los requerimientos mínimos establecidos en la norma E-080, además, que las dosificaciones y resultados

presentados en este estudio servirán como una guía para ser puesto en práctica en la elaboración de unidades de adobe. Se justifica ambientalmente, pues se propone empleo de la Lemna gibba en forma de ceniza, por lo que se podría reducir la cantidad de este material orgánico existente en fuentes de agua como ríos, lagos, etc. Además, que el adobe al no requerir un proceso industrializado no produce efectos contaminantes en el ambiente y al cumplir con su ciclo de vida útil vuelve a su estado inicial.

Como objetivo general se planteó: Determinar los efectos de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023, mientras que los objetivos específicos planteados fueron los siguientes: Determinar la caracterización química de la ceniza de Lemna gibba, Puno 2023; determinar el módulo de elasticidad de la fibra de Furcraea andina, Puno 2023; determinar la resistencia a la compresión de la unidad de adobe con la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, Puno 2023; determinar la resistencia a la compresión axial del prisma de adobe con la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, Puno 2023 y determinar la resistencia a la flexión del adobe con la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, Puno 2023.

Mientras que como hipótesis general se formuló: La incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina mejora el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023 y como hipótesis específicas fueron planteadas las siguientes: La ceniza de Lemna gibba, tiene una composición química rica en nutrientes como cloruros, sulfatos y calcio debido a su alta concentración en estos elementos en la planta de origen; el módulo de elasticidad de la fibra de Furcraea andina es similar al valor reportado en la literatura; la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina incrementa la resistencia a la compresión de la unidad de adobe, Puno 2023; la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina incrementa la resistencia a la compresión axial del prisma de adobe, Puno 2023 y la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina incrementa la resistencia a la flexión del adobe, Puno 2023.

II.- MARCO TEÓRICO

Como antecedente en el ámbito internacional tenemos a Galarza, Hernández y Arcones (2022) en su artículo de investigación de nombre *Stabilization of compressed earth bricks (CEB) by adding (SBA) sugarcane bagasse ash and CaO recovered from seashells Risk assessment for watermills* que fue elaborado con la finalidad de establecer cómo incide la utilización de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal de conchas marinas en bloques de tierra comprimidos. Las conclusiones indicaron que el uso de ceniza de bagazo en 6% y 14% de cal perfecciona de forma considerable la cualidad mecánica de los adobes, pues la resistencia al punzonamiento subió hasta 4.26 MPa, mientras que al realizar la mezcla de 70% de ceniza de bagazo y 30% de cal la resistencia obtenida fue de 1.32 MPa.

Pesántes (2015) en su artículo científico denominado *La cabuya en los revoques de tierra*, que tuvo como propósito establecer un material alternativo con mejores características que la *Stipa ichu*. Finalmente se concluyó que el empleo de fibra de *Furcraea andina* es una alternativa con muchas expectativas pues presenta valores superiores o similares a la *Stipa ichu*, la fibra de *Furcraea andina* contaba con las siguientes características 1.3 g/cm³, un esfuerzo a la tracción de 305.150 MPa y 4.96% de elongación a la fractura.

Sasui, Jinwuth y Hengrasmee (2018) en su artículo de investigación denominado: *Los efectos de la cáscara de arroz natural y la cáscara de arroz calcinada en la resistencia y durabilidad de los ladrillos de adobe* elaborado para la revista *Civil Engineering Journal* que tuvo como propósito primordial de este estudio consistió en llevar a cabo un análisis exhaustivo de los efectos resultantes de la introducción simultánea de cáscara de arroz y la cáscara de arroz pero calcinada en un mismo tipo de suelo, empleando una proporción de mezcla constante. El objetivo fundamental radicaba en explorar de manera profunda la influencia ejercida por estas adiciones en cuanto a la resistencia del material constructivo conocido como adobe. Las conclusiones extraídas de este estudio indicaron que la inclusión de las cascarillas de arroz conllevó a mejoras significativas en aspectos esenciales como la capacidad de resistir fuerzas de compresión, la elasticidad del material y su aptitud para soportar cargas de compresión. En contraste, la incorporación de la

ceniza proveniente de la cáscara de arroz se asoció con una reducción tanto en la resistencia a la compresión como en la capacidad de las muestras para mantener su integridad frente a las cargas de compresión aplicadas.

Islam et al. (2020) en su artículo de investigación denominado: *Efectividad de cenizas volantes (FA) y cemento para la construcción de bloques de tierra estabilizada comprimida* elaborado para la revista Construction and Building Materials, contó como propósito evaluar la eficacia del empleo de cenizas volantes y cemento como estabilizante para la fabricación de bloques de tierra comprimida. Los investigadores llegaron a concluir que con la inclusión de cemento la resistencia al punzonamiento de los bloques se incrementa, pues con la adición de 9 a 10 % de cemento se consigue una resistencia superior a 5 MPa, requisito sugerido por diferentes estándares para la construcción. Además, la adición de FA con cemento aumenta la resistencia hasta un cierto contenido de FA y más allá de ese contenido, la resistencia comienza a disminuir. Esta razón de tal comportamiento se justificó a partir de la observación de imágenes SEM de los bloques de tierra comprimido preparados. Para 5–7% de cemento, el contenido óptimo de FA es 15%; para 8–9% de cemento, este valor es 20%. Para 10% de cemento, se encuentra que la resistencia aumenta con el aumento del contenido de FA.

Como antecedente a nivel nacional Alba y León (2022) en su estudio para alcanzar el título de ingeniero civil de nombre: *Evaluación de propiedades físico mecánicas del adobe adicionando fibra y ceniza de cáscara de pacay, distrito de Caraz - 2022*, tuvo como objetivo establecer las capacidades del adobe con la incorporación de fibra y ceniza de cáscara de pacay. Los investigadores concluyeron que la fibra y la cáscara de pacay calcinada, poseen la capacidad de incrementar el comportamiento mecánico y el periodo de vida de los adobes, pues el adobe no estabilizado poseía un valor de esfuerzo al punzonamiento de 13.3 kg/cm², mientras los adobes modificados con fibra en 0.5%, 1% y 1.5% la resistencia al punzonamiento subió a 18.80 kg/cm², 21.70 kg/cm² y 22.00 kg/cm² consecutivamente, asimismo al usar ceniza en los mismos porcentajes los valores se incrementaron a 14.400 kg/cm², 18.900 kg/cm² y 21.300 kg/cm².

Huarza, Marocho y Copa (2021) en su artículo científico de nombre *Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los Andes*

de Perú, el propósito de este estudio fue evaluar el confort térmico dentro de un módulo de prueba (HP) construida con adobe y materiales de la región de los altos Andes en Perú. Llegando a la conclusión que la edificación sostenible de una residencia se consigue a través de la utilización de recursos naturales como el barro, la madera y el yeso, con el propósito de preservar la energía y garantizar el confort térmico en el interior de la habitación.

Chacaltana y Quiroz (2021) en su tesis para el título de ingeniero civil de nombre: *Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del adobe incorporando la ceniza de coronta del maíz, en Paucas, Ancash, 2021*, tuvo como propósito analizar de qué forma incide la coronta de maíz calcinada sobre las cualidades físico mecánicas del adobe. Llegando a la conclusión los valores de resistencia al punzonamiento del adobe convencional fue de 11.860 kg/cm², mientras que los adobes estabilizados con 10% de ceniza de coronta de maíz fueron de 14.21 kg/cm², es decir hubo un crecimiento del 19.81%, lo que indica que a medida que el porcentaje de inclusión de ceniza de coronta de maíz se incrementaba la resistencia a la compresión crecía.

Chavez (2021) en su tesis para el título de ingeniero civil denominado: *Propiedades físicas y mecánicas de unidades de adobe modificados con incorporación de cenizas de tallo de cebada, Cusco - 2021*, tuvo como propósito calcular las propiedades físico mecánicas del adobe con la incorporación de ceniza de tallo de cebada. Llegando a la conclusión que el porcentaje de adición que mejor rendimiento tuvo fue la incorporación de 6% en relación al peso de los adobes, pues se consiguió valores de 22.17 kg/cm², que es mucho más alto que el valor estipulado en la norma E-080 (10.2 kg/cm²).

Linares y Cuéllar (2022) en su artículo científico titulado: *Mejoras en el acondicionamiento térmico de viviendas en las altas tierras andinas de la región de Puno*, el cual fue elaborado con el propósito principal de esta investigación es analizar el desempeño térmico de residencias "mejoradas" localizadas en el núcleo urbano de "Buena Vista". Llegando a la conclusión que la implementación de un aislamiento adecuado y un revestimiento en los muros propuestos reduce las pérdidas por conducción en un porcentaje superior al 50%. Además, se observa que el uso de contraventanas resulta altamente efectivo en la gestión del calor solar

pasivo. En este contexto, se recomienda considerar la incorporación de fuentes de calor, como teatinas o elementos de tipo invernadero central, para lograr un mayor aumento de temperatura y mantener condiciones adecuadas durante las temporadas frías.

Mientras que como antecedentes locales tenemos a Cotrado (2022) en su tesis para el título de ingeniero civil de nombre: *Mejoramiento de subrasante con adición de cenizas de lenteja de agua y cemento en la Avenida La Huayrana, Juliaca 2022*, tuvo como fin optimizar las propiedades geotécnicas de un suelo de subrasante empleando ceniza de lenteja de agua y cemento. En última instancia, se ha llegado a la deducción de que la adición de ceniza proveniente de la lenteja de agua en conjunción con el cemento confiere mejoras notables a las propiedades del suelo. Es relevante resaltar que la caracterización química de la ceniza de lenteja de agua arrojó los siguientes valores: una dureza total de 361.00 ppm, una alcalinidad de 12531.00 ppm, la presencia de 7316.94 ppm de cloruros, 360.00 ppm de sulfatos y 68.40 ppm de calcio.

Mescoco y Zapana (2022) en su estudio para lograr conseguir el título de ingeniero civil titulado: *Influencia de incorporación del filamento de cuy en las propiedades físicas, mecánicas y térmicas del adobe en zonas altoandinas, 2022*, tuvo como objetivo establecer de qué forma incide la adición del pelaje del cuy sobre las propiedades del adobe. El estudio llegó a concluir que al incorporar diversos porcentajes de pelaje de cuy la conductividad térmica de los adobes decrece, por lo que estos se comportan como aislantes térmicos y conserva de mejor forma el calor, aparte de que los módulos elaborados con filamento de cuy conservaron de mejor forma el calor en las horas más frías a comparación del módulo patrón.

Aragón (2021) en su tesis para el título de ingeniero civil titulado: *Análisis de las propiedades físico-mecánicas y térmicas del adobe con incorporación de ceniza de quinua y guano, Caracoto – Puno, 2021*, tuvo como principal propósito establecer la incidencia de la adición de cenizas de quinua y guano en las capacidades del adobe. Después de un análisis detenido, se ha determinado que el adobe fortalecido mediante la incorporación del 10% de ceniza de quinua alcanzó un nivel de resistencia de 16.37 kg/cm². Por otro lado, el adobe que fue modificado con un 10% de guano obtuvo una resistencia de 10.99 kg/cm². Este último valor no

sobrepasa el límite preestablecido en la norma E-080. En cuanto al ensayo de compresión axial de las estructuras de adobe, se observó que la pila de adobe que fue estabilizada con un 10% de ceniza de quinua logró una resistencia de 11.47 kg/cm². En contraste, al agregar un 10% de guano, la resistencia al punzonamiento del prisma de adobe se estableció en 8.68 kg/cm².

Con el propósito de fomentar una comprensión más enriquecedora del estudio, se han empleado como fundamentos conceptuales las siguientes delineaciones teóricas:

La *Lemna gibba* es una planta acuática flotante que consta de un único talo ovalado u ovalado-obovado, mide unos 2-5 mm de largo y 1.5 - 3.5 mm de ancho. La superficie del talo superior es de color verde medio y ligeramente convexa a lo largo de una cresta longitudinal tenue, la superficie del talo inferior es de color verde claro y plana. Ambas superficies son glabras. Una sola raicilla de hasta 2 cm de largo se desarrolla cerca del centro de la superficie inferior del talo. Esta raicilla es delgada y blanca con una punta que suele ser obtusa. En la base de la raicilla hay una vaina cilíndrica corta. En raras ocasiones, se produce una sola flor diminuta que se extiende alrededor de 1 mm de ancho. Esta flor consta de una escama membranosa en forma de copa, un solo pistilo y 2 anteras. La flor es reemplazada por un solo fruto (1 mm de largo o un poco menos) que contiene una sola semilla acanalada. Sin embargo, esta planta se reproduce principalmente mediante un proceso de gemación a partir de dos bolsas reproductivas laterales (Al-Snafi, 2019).

Las cenizas resultantes de la quema de carbón pueden ser de dos tipos: cenizas volantes, que se evacuan con los gases de combustión, y cenizas gruesas, que se recogen centralmente y se transportan a lugares especialmente dispuestos en vertederos. Ambos tipos de cenizas tienen un gran impacto en la contaminación; las cenizas volantes contaminan el aire y las cenizas gruesas ocupan grandes extensiones de tierra (Călătan et al., 2020).

La cabuya (*Furcraea andina*) es originaria de toda la región andina, Centroamérica y la zona del Caribe (Ecuador, Colombia, México, Perú, etc.) y crece fácilmente en forma silvestre o puede ser cultivada en valles y laderas. Esta planta tiene un tallo pequeño pero fuerte y hojas rígidas en forma de espada con espinas en los bordes.

Como suele ocurrir con las fibras naturales, se pueden detectar cambios sustanciales en el diámetro de la fibra de una planta a otra ya lo largo de la misma fibra. El diámetro de la fibra elemental es de aproximadamente 23 a 35 μm , mientras que el de las fibras utilizadas industrialmente generalmente se encuentra entre 130 μm y 260 μm . El contenido de celulosa de las fibras puede variar entre 18,7% y 70%, mientras que el de lignina es generalmente variable entre 6,81% y 15,5%. Estas fibras son muy duraderas y tienen una resistencia a la tracción que varía entre 43 MPa y 571 MPa. Las fibras de cabuya se emplean principalmente para usos industriales; en concreto, además de los usos tradicionales (Mayacela et al., 2017). La cabuya exhibe rosetas de hojas grandes y carnosas, pero con pequeñas puntas y espinas débiles. Se trata de una planta gigantesca, perenne, monocárpica y suculenta. Su tallo central es corto, sin ramificaciones y se encuentra cubierto por numerosas hojas con márgenes espinosos que se agrupan en forma de roseta en el extremo del tallo (Aguirre et al., 2023).

La mampostería de adobe se clasifica como un material cuasi-frágil. Esto se debe a que el material falla bajo tensiones de tracción muy bajas. Entonces, bajo aplicación de alguna fuerza externa (especialmente dinámica), la respuesta de la mampostería de adobe experimenta una transición abrupta hacia un patrón de comportamiento no lineal. Sin embargo, la mampostería de adobe resiste cargas de compresión moderadas. Durante las acciones sísmicas, el material de adobe comienza a fallar en las zonas de concentración de esfuerzos, como las esquinas de las aberturas. Además, pueden aparecer fisuras verticales en la intersección de dos muros ortogonales. Esto se debe a la ausencia de elementos de confinamiento que garanticen un comportamiento de caja en cada piso (Parisi et al., 2021). El empleo de suelo natural en la edificación de inmuebles y estructuras constituye la técnica constructiva más ancestral registrada en la historia de la humanidad. Esto se debe a que el suelo se encuentra de manera natural y en abundancia en todo el mundo, es una alternativa económicamente viable, sencilla de manipular y ostenta una mayor consideración medioambiental en contraste con los demás materiales de construcción modernos (Ige y Danso, 2021). Las edificaciones de adobe generalmente se pueden clasificar en dos categorías principales: aquellas construidas con ladrillos de adobe unidos mediante una argamasa de barro, y las que utilizan la técnica de tierra apisonada. Los ladrillos de adobe se producen

mediante el moldeo de una mezcla de tierra, mientras que la técnica de tierra apisonada implica la compactación de tierra en un encofrado utilizando un pisón (Eslami, Mohammadi y Mirabi Banadaki, 2022).

Los ladrillos de adobe son elementos centrales de la arquitectura andina, tal como sucede en diversas partes del planeta. El adobe es conocido comúnmente como un material empleado desde hace miles de años, que incluso en la actualidad siguen empleándose, de acuerdo a datos estadísticos casi la tercera parte de viviendas del planeta fueron construidas con adobe, mientras que esta cifra se incrementa en más del 50% de países en caminos de desarrollo (Mauricio et al., 2021). El adobe, como un material de construcción natural, ha sido la opción predominante en la construcción durante un largo período debido a su disponibilidad local, facilidad de aplicación y eficiencia económica. Además, se reconoce que el adobe, gracias a su propiedad de masa térmica, contribuye a mantener un nivel óptimo de confort térmico en el interior, especialmente en áreas con marcadas oscilaciones de temperatura entre el día y la noche. Esto, a su vez, resulta en una reducción del consumo de energía en la edificación (Diker y Yazıcioglu, 2020).

Los materiales tienen características mecánicas que indican cómo responderán cuando se les aplique una fuerza o carga. En el caso de los edificios, las paredes y techos están sometidos a estas fuerzas y cargas, por lo que resulta primordial saber de las propiedades mecánicas del material que los compone para determinar su capacidad para soportarlas y evitar posibles fracturas o rupturas (Piñas et al., 2020).

La mampostería simple, que incluye muros de carga, arcos y bóvedas, se ha diseñado para aprovechar la resistencia a la compresión relativamente alta del material. Esta resistencia está fuertemente relacionada con la resistencia a la compresión de materiales empleados en la mampostería tales como el ladrillo, bloques de tierra o piedra, teniendo también en cuenta las cualidades del mortero empleado en las juntas, la adherencia que brinda entre otros factores que deben de ser considerados como la temperatura, la densidad del material, su capacidad de retener líquidos, la resistencia al punzonamiento del murete se ha transformado en un indicador fundamental y ampliamente aceptada para especificar la calidad de las unidades de mampostería. Además de la facilidad para realizar este test en

laboratorio (Morel, Pkla y Walker, 2007). La evaluación de la fragilidad constituye un componente importante a la hora de determinar el riesgo sísmico de una región porque es capaz de medir qué tan propensos son los edificios a sufrir daños debido a una determinada intensidad de movimiento del suelo (Sumerente et al., 2020).

Solo hay tensión axial de compresión en la mampostería debido a la misma rigidez lateral del bloque y el mortero. Cuando la relación es menor que 1, bajo compresión uniaxial, el mortero de la junta del lecho tiene una tendencia a expandirse lateralmente más que el ladrillo debido a su menor rigidez. Debido al esfuerzo cortante en la interfase ladrillo-mortero, el mortero está confinado lateralmente por el ladrillo. Por lo tanto, el esfuerzo cortante producido por la deformación lateral y el esfuerzo de compresión axial dan como resultado un estado de esfuerzo que consiste en un esfuerzo de compresión triaxial en el mortero y un esfuerzo de tracción bilateral junto con un esfuerzo de compresión axial en el ladrillo.

Las evaluaciones de compresión en dirección diagonal son efectuadas mediante la aplicación de fuerzas compresivas, conforme a las directrices precisadas en la normativa ASTM E 519-10. De acuerdo con la prueba, para inducir las fuerzas de corte, las carteras se giran 45° alrededor del eje central con una diagonal de las carteras perpendicular a las placas de carga de la máquina de prueba. La tensión se introduce cargando zapatas. De acuerdo con el método de prueba estándar, la velocidad de carga se ajusta de tal manera que el punto de falla se alcanza después de 1 a 2 minutos (Miccoli et al., 2015).

La configuración de prueba para la prueba de resistencia a la flexión consiste en un sistema que aplica una carga de un solo punto en la mitad del tramo de una muestra prismática. Los dos soportes de los extremos se colocan unos 50 mm dentro del borde de la viga, lo que resulta en una luz efectiva de 400 mm. La configuración de prueba se monta en la máquina de prueba universal. Se utilizan sensores de deflexión para medir la deflexión de la viga con el fin de trazar la curva carga-deflexión. Los valores de carga y deflexión se registran para cada muestra desde el inicio de la prueba hasta la falla a intervalos regulares (Jokhio et al., 2018).

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación

Los estudios de tipo aplicada tienen como propósito solucionar las dificultades que surgen en diversas áreas. Se le llama aplicada porque, a partir de la investigación básica o pura, para lo cual se plantean problemas e hipótesis para abordar problemáticas existentes en diferentes áreas de estudio (Nicomedes, 2018). La investigación aplicada se destaca por su orientación hacia la utilización práctica de conocimientos científicos ya existentes con el propósito de abordar cuestiones concretas y generar resultados concretos (Lozada, 2016).

Este estudio es de tipo aplicada pues está enfocado en otorgar alternativas de solución para mejorar el comportamiento mecánico de los adobes adicionando ceniza de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina*.

Diseño de investigación

Los diseños de experimento puro son aquellos que toman en cuenta cualidades relacionadas a diseños de origen experimental como la aleatoriedad de la selección de la muestra, designación de forma aleatoria de los grupos y principalmente la alteración de las variables, razón por la cual este tipo de estudios muestra un alto grado de confiabilidad y las conclusiones que obtienen relacionados a la causalidad cuentan con argumentos sólidos, los estudios con este diseño puede incluir, grupos de control, experimentales y de pre-test (Mousalli, 2015). El diseño cuasiexperimental es una metodología de investigación que se emplea en situaciones en las que no resulta factible realizar asignaciones aleatorias de los participantes a grupos de estudio y control, aunque se mantiene la intención de analizar el impacto de una variable independiente sobre una variable dependiente (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018).

Esta investigación se adscribe al paradigma de diseño experimental puro, ya que involucra la manipulación controlada de variables, en este caso los porcentajes de incorporación de ceniza proveniente de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina*.

Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis detenido de la relación de causalidad entre las variables objeto de estudio.

Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo se enfoca en la cuantificación de indicadores y hace uso de la observación para recopilar datos y analizarlos para dar respuesta a la problemática planteada. Los estudios con este enfoque emplean el análisis estadístico para obtener parámetros y estadísticas de frecuencia y población. En este enfoque se plantea un problema de estudio específico y concreto y se delimita de manera rigurosa. La metodología cuantitativa busca obtener resultados objetivos y generalizables que puedan ser replicados en diferentes contextos. El enfoque cuantitativo es adecuado para estudios que se pueden medir de manera precisa y que tienen variables claramente definidas y relacionadas entre sí (Otero, 2018). Se emplean enfoques estadísticos y metodologías para reunir datos cuantitativos y objetivos, como encuestas o experimentos, con el fin de detectar patrones, relaciones causa-efecto y tendencias (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Este estudio presenta un enfoque cuantitativo, pues se realizó mediciones numéricas, mediante la recolección de datos con el fin de realizar análisis estadísticos para dar respuesta a las preguntas de investigación.

3.2. Variables y Operacionalización:

Variable cuantitativa 1: Ceniza de *Lemna gibba* y fibras de *Furcraea andina*

Definición conceptual: La *Lemna gibba* es una planta acuática flotante que consta de un único talo ovalado u ovalado-obovado, mide unos 2-5 mm de largo y 1.5 - 3.5 mm de ancho. La superficie del talo superior es de color verde medio y ligeramente convexa a lo largo de una cresta longitudinal tenue, la superficie del talo inferior es de color verde claro y plana. Ambas superficies son glabras (Al-Snafi, 2019). La cabuya (*Furcraea andina*) o planta de fique es una fibra de hoja. Esta planta pertenece a la clase de las suculentas de hoja, concretamente a los árboles del orden de los Agavales. Es originaria de toda la región andina, Centroamérica y la zona del Caribe (Ecuador, Colombia, México, Perú, etc.) y crece fácilmente en forma silvestre o puede ser cultivada en valles y laderas (Mayacela et al., 2017).

Definición Operacional: Para la medición de la variable ceniza de Lemna gibba se realizó la caracterización química, mientras que para la operacionalización de la variable fibras de Furcraea andina se realizó el ensayo de módulo de elasticidad de las mismas. Una vez determinada sus características se realizó las diversas dosificaciones planteadas.

Variable Cuantitativa 2: Comportamiento mecánico del adobe

Definición Conceptual: Los materiales tienen características mecánicas que indican cómo responderán cuando se les aplique una fuerza o carga. En el caso de los edificios, las paredes y techos están sometidos a estas fuerzas y cargas, por lo que resulta fundamental saber las propiedades mecánicas del material que los compone para determinar su capacidad para soportarlas y evitar posibles fracturas o rupturas (Piñas et al., 2020).

Definición Operacional: Para la medición de la variable comportamiento mecánico, se realizarán ensayos donde se aplique fuerzas a los adobes (resistencia a la compresión de la unidad, compresión axial de pilas y a la flexión del adobe).

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:

Población:

El término "población de estudio" se refiere a un grupo específico de casos que son claramente definidos, limitados y accesibles. Esta población es el punto de referencia para la selección de una muestra que cumpla con ciertos criterios preestablecidos (Arias, Villasís y Miranda, 2016).

En este estudio la población estuvo compuesta por todas las unidades elaboradas para los ensayos a realizar que serán un total de 300 unidades de adobe.

Muestra:

El análisis de la cantidad de muestra es primordial para determinar la cantidad de individuos que deben ser estudiados con el fin de estimar un parámetro o evidenciar alguna diferencia entre los grupos que se someten a investigación, siempre y cuando esta diferencia realmente exista. Esta función matemática está basado en la relación que hay entre las variables involucradas en el estudio, la cantidad de participantes y el poder estadístico (García, Reding y López, 2013).

Con respecto a esta investigación, el conjunto de objetos considerados abarcó la totalidad de la población, denotando precisamente los 300 adobes elaborados.

Muestreo:

En el muestreo no probabilístico, el proceso de selección de la muestra no sigue un esquema estadístico que permita la selección de participantes de manera aleatoria. En cambio, se basa en la decisión arbitraria del investigador para elegir cuántos y qué tipo de participantes formarán parte del estudio, sin que haya una fórmula matemática que determine la selección (Hernández, 2021). Para este estudio se tomó en cuenta el muestreo no aleatorio y por juicio.

Unidad de análisis:

Este concepto se refiere al objeto analizado en una investigación y de la cual se recolecta información y datos que serán posteriormente analizados para responder las preguntas de investigación planteadas. Esta entidad puede ser una persona, un grupo de personas, una organización, una comunidad, un proceso, un evento, entre otros posibles objetos de estudio en una investigación (Arias y Covinos, 2021).

En este estudio la unidad de análisis fue el adobe.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas de recolección de datos

La técnica de **observación participante** implica que el investigador se involucre personalmente con el fenómeno o hecho que se está investigando. En lugar de simplemente observar a distancia, el investigador se integra en la situación, participa en las actividades y tiene una experiencia directa del fenómeno en cuestión (Díaz, 2011).

Para este estudio la técnica utilizada fue la observación participante.

Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento de medición, evaluación y análisis llamado ficha de observación se utiliza para recolectar información sobre un sujeto u objeto de estudio específico. El investigador establece las características que se medirán y evaluarán previamente (Arias y Covinos, 2021, p. 88).

En este estudio, con el fin de recopilar y recaudar los datos necesarios para dar respuesta a la problemática se hizo uso de fichas de observación, los cuales serán formatos de laboratorio de los ensayos a realizar.

3.5. Procedimientos:

En primer lugar, se visitó la zona de estudio donde se realizó la excavación de una calicata con el propósito de extraer el suelo necesario para la fabricación de los bloques de adobe.

Una vez conseguido el suelo, una parte fue debidamente almacenada con el fin de ser transportado hacia el laboratorio, para ser caracterizado para lo cual se ejecutaron los ensayos de límites de consistencia y granulometría.

Con el fin de conseguir la lenteja de agua, se dirigió hacia las riberas del Lago Titicaca, lugar donde abunda esta planta acuática, este fue almacenado en sacos para posteriormente ser secado por la luz solar, el secado se realizó el tiempo necesario para que pierda toda la humedad presente en la planta, luego de esto la lenteja de agua se transportó hacia un horno, en el horno la lenteja de agua fue colocada de forma uniforme y fue calcinada durante cinco horas a una temperatura entre 400 y 600°C.

Para la obtención de la fibra de cabuya se dirigió a afueras de la ciudad de Puno, luego se tomó las hojas de la cabuya, del que se extrajeron las fibras de manera rústica y manual, luego de hilado la cabuya la fibra fue secada de forma natural a la luz del sol.

Para la caracterización de la ceniza de *Lemna gibba* se realizó un análisis de la composición química, mientras que para la caracterización de la fibra de cabuya se evaluó su módulo de elasticidad.

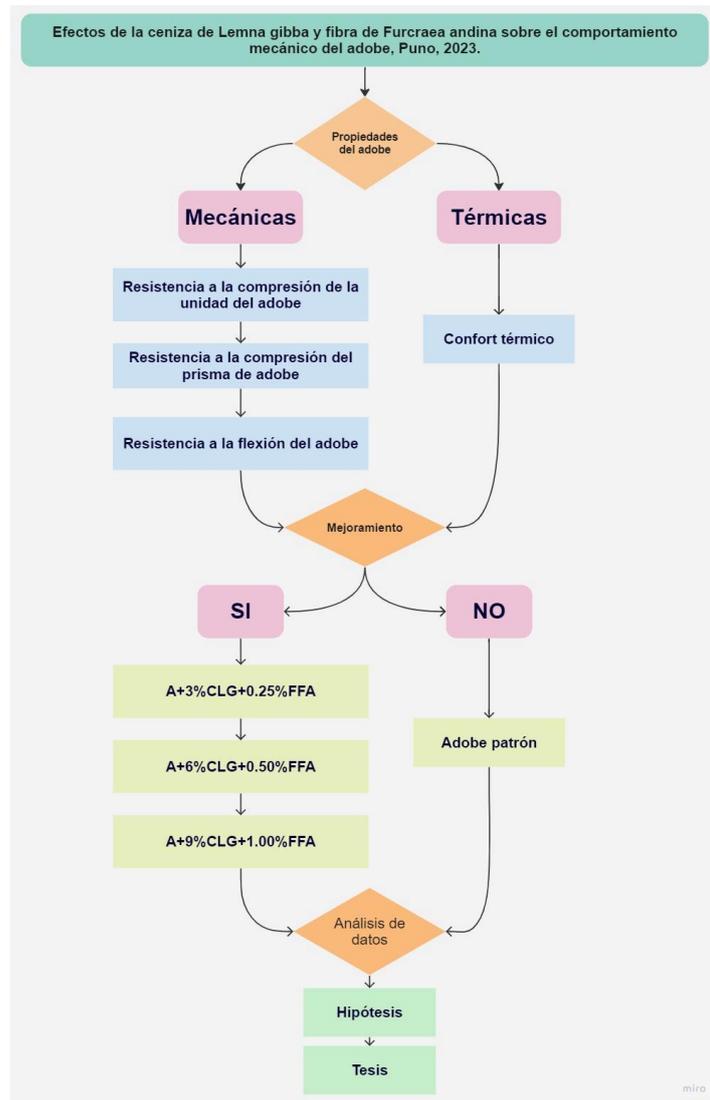
Después de reunir todos los materiales necesarios para hacer los adobes, se mezclaron según el diseño de porcentaje de ceniza de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina*. Se utilizaron dos moldes diferentes para moldear las muestras de adobe: uno para muestras de 10 centímetros de largo, ancho y alto y otro para muestras de 16 centímetros de ancho, 32 centímetros de largo y 8 centímetros de altura.

Los adobes fabricados fueron secados de manera natural por un periodo de 28 días. Después de este período, una vez secados los adobes fueron transportados cuidadosamente para evitar fracturas hacia el laboratorio de ensayo de materiales, donde se llevaron a cabo pruebas para medir su resistencia a través de ensayos que miden el comportamiento mecánico (resistencia a la compresión de la unidad, resistencia a la compresión del prisma de adobe y resistencia a la flexión), de acuerdo a la norma E-080.

Finalmente se fabricaron dos módulos de adobe (el control y la mejor dosificación) con el fin de realizar mediciones de temperatura (del interior de los módulos y de la temperatura ambiente) durante 24 horas, posteriormente se analizaron los datos recaudados en trabajo de gabinete.

Figura 1

Flujograma del proyecto de investigación



3.6. Método de análisis de datos:

Es necesario que los datos que son analizados de un estudio se encuentren debidamente ordenados y representados, lo que ayuda a un mejor entendimiento del tema en estudio, pues esto ayuda también a contrastar las hipótesis planteadas (Ali y Bhaskar, 2016, p. 665).

Para este estudio se emplearon tablas y gráficos, que detallaron los resultados conseguidos, además de que estos sirvieron para la aceptación o negación de la hipótesis planteada.

3.7. Aspectos éticos:

El estudio se realizó siguiendo las consideraciones éticas establecidas en la resolución N° 0126-2017/UCV, aprobada por el Consejo Universitario, la cual establece las consideraciones que deben cumplirse para los documentos de investigación realizados. Además, se seguirán los principios generales establecidos en la resolución, estos principios comprenden el reconocimiento y preservación de la integridad y autonomía de los individuos, la promoción del bienestar, la equidad, la veracidad, el rigor científico, la habilidad y conocimiento experto, y la asunción de responsabilidades.

Respecto a los autores consultados y mencionados en esta investigación, fueron citados de forma adecuada siguiendo los lineamientos establecidos por la norma ISO-690, de la misma forma se cumplieron los parámetros de similitud permitidos en la investigación. En el contexto de la investigación que involucra plantas, se dará especial consideración a la salvaguardia del entorno ecológico y el aprecio hacia la diversidad biológica, en conformidad con las directrices del derecho ambiental en cuanto a prevención y precaución.

IV.- RESULTADOS

Caracterización química de la ceniza

El análisis químico y físico de la muestra de ceniza se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1

Resultados del análisis químico de la ceniza de Lemna gibba

Parámetro	Unidad	Método	Valor
Potencial de hidrógeno	-	Electrométrico	11.61
Conductividad eléctrica	sM/cm	Electrométrico	29.9
Sólidos totales disueltos	ppm	Electrométrico	827
Dureza total	ppm	Dilución SM 2340 C	128
Sulfatos	ppm	NTP 339.178	150
Calcio	ppm	Dilución SM 3500 Ca	25
Cloruros	ppm	NTP 339.177	3500

Nota. Resultados conseguidos mediante el análisis químico

Según lo mostrado en la tabla anterior, se observa que el elemento predominante en la ceniza de lenteja de agua son los cloruros, pues este elemento representa la cantidad de 3500 ppm de todo el material analizado, seguido de los sólidos totales disueltos (827 ppm) y los sulfatos (150 ppm).

Figura 2

Muestra de ceniza de lenteja de agua usada para el análisis químico



Módulo de elasticidad de la fibra de cabuya

Para la caracterización del módulo de elasticidad de la fibra de cabuya se realizó el ensayo de módulo de elasticidad, de dónde se consiguieron los siguientes resultados:

Tabla 2

Resultados del ensayo de módulo de elasticidad

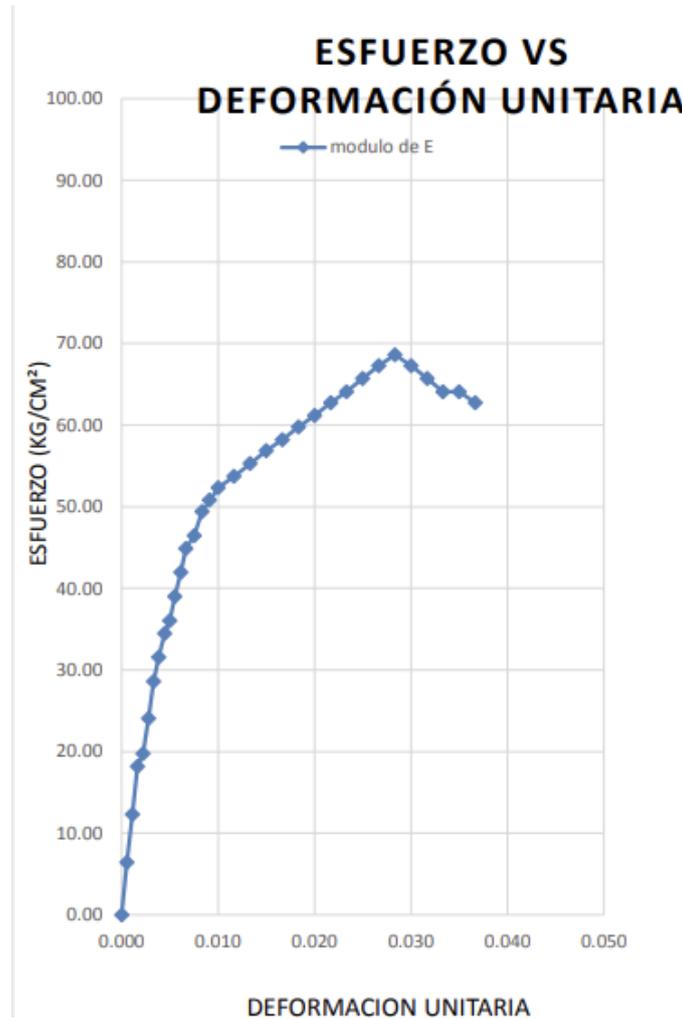
Deformación (mm)	Deformación unitaria (mm/mm)	Fuerza aplicada (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Elasticidad (Kg/cm ²)	Elasticidad (MPa)
0.00	0.000	0.0000	0.00	0.00	0.000
0.08	0.001	0.0011	6.42	363.13	35.611
0.17	0.001	0.0022	12.29	695.53	68.208
0.25	0.002	0.0032	18.20	1029.84	100.993
0.33	0.002	0.0035	19.76	1118.22	109.660
0.42	0.003	0.0043	24.07	1362.23	133.589
0.50	0.003	0.0051	28.59	1617.77	158.649
0.58	0.004	0.0056	31.54	1784.93	175.041
0.67	0.004	0.0061	34.50	1952.08	191.434
0.75	0.005	0.0064	36.06	2040.46	200.101
0.83	0.006	0.0069	39.01	2207.62	216.494
0.92	0.006	0.0074	41.97	2374.78	232.886
1.00	0.007	0.0079	44.89	2540.01	249.090
1.13	0.008	0.0082	46.45	2628.39	257.757
1.25	0.008	0.0087	49.40	2795.55	274.150
1.37	0.009	0.0090	50.79	2874.33	281.875
1.50	0.010	0.0093	52.36	2962.71	290.542
1.75	0.012	0.0095	53.71	3039.56	298.079
2.00	0.013	0.0098	55.28	3127.94	306.746
2.25	0.016	0.0101	56.87	3218.25	315.602
2.50	0.017	0.0103	58.23	3295.10	323.139
2.75	0.018	0.0106	59.79	3383.48	331.806
3.00	0.020	0.0108	61.18	3162.26	339.531
3.25	0.022	0.0111	62.75	3550.64	348.199
3.50	0.023	0.0113	64.10	3627.49	355.735
3.75	0.025	0.0116	65.70	3717.79	364.591
4.00	0.027	0.0119	67.26	3806.18	373.258
4.25	0.028	0.0121	68.62	3883.03	380.795
4.50	0.030	0.0119	67.26	3806.18	373.258
4.75	0.032	0.0116	65.70	3717.79	364.591
5.00	0.033	0.0113	64.10	3627.49	355.735
5.25	0.035	0.0113	64.10	3627.49	355.735
5.50	0.037	0.0111	62.75	3550.64	348.199

Nota. Resultados conseguidos en laboratorio

Según lo mostrado en la tabla precedente, se observa que el material de fibra de cabuya poseía un módulo de elasticidad de 290 MPa.

Figura 3

Esfuerzo vs deformación de la fibra de Furcraea andina



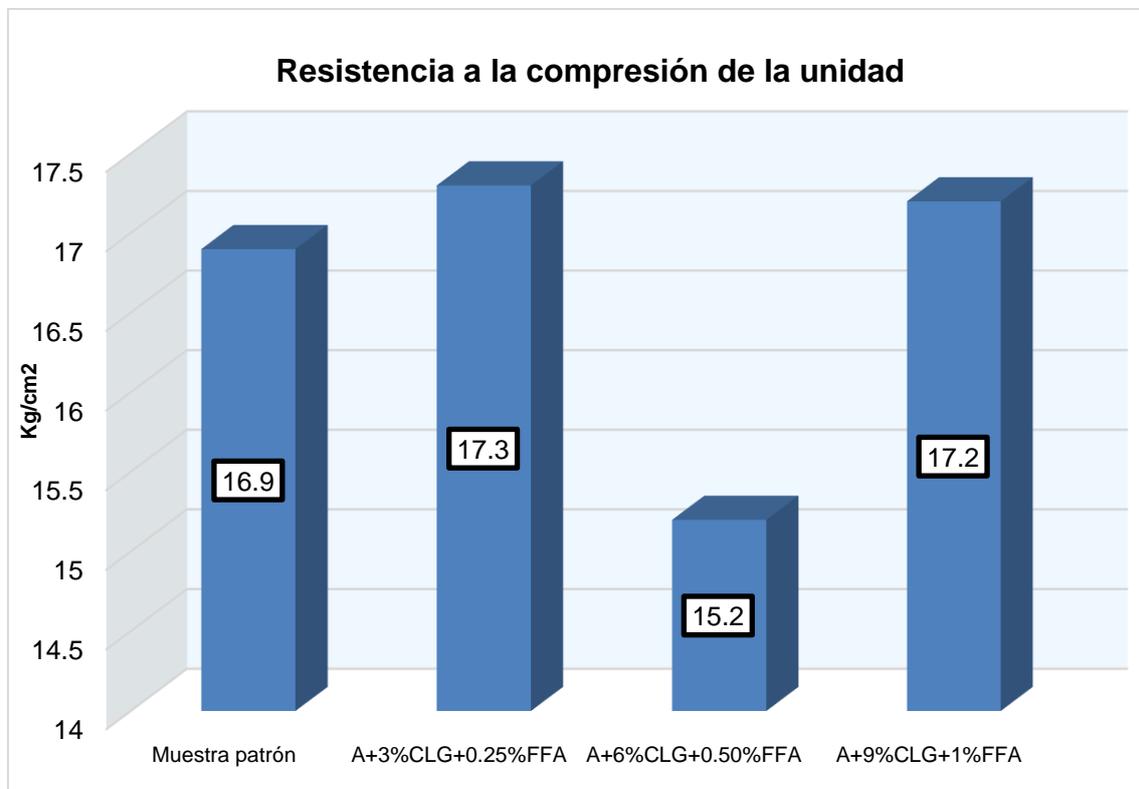
Resistencia a la compresión de la unidad de adobe

En cuanto al tercer objetivo específico, que involucra la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de adobe con la inclusión de ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, se procedió a llevar a cabo la fractura controlada de moldes con dimensiones de 10 cm x 10 cm x 10 cm. Este proceso se aplicó tanto a la muestra de referencia estándar como a las muestras sometidas a experimentación. Los datos observados de estas pruebas son los siguientes:

Tabla 3*Resultados de resistencia a la compresión de la unidad*

Descripción	Muestra	Resistencia a la compresión de la unidad (kg/cm ²)	Promedio de valores (kg/cm ²)
Muestra patrón	M-1	17.12	16.9
	M-2	15.80	
	M-3	17.80	
A+3%CLG+0.25%FFA	M-1	19.00	17.3
	M-2	18.02	
	M-3	14.95	
A+6%CLA+0.50%FFA	M-1	14.83	15.2
	M-2	16.40	
	M-3	14.31	
A+9%CLG+1%FFA	M-1	16.89	17.2
	M-2	16.96	
	M-3	17.71	

Nota. Resultados conseguidos en laboratorio

Figura 4*Valores obtenidos de la resistencia a la compresión de la unidad*

La media de la resistencia a la compresión del adobe patrón fue de 16.9 kg/cm², mientras que al realizar las dosificaciones de A+3%CLG+0.25%FFA, A+6%CLG+0.50%FFA y A+9%CLG+1%FFA, los valores de resistencia variaron a 17.3 kg/cm², 15.2 kg/cm² y 17.2 kg/cm² respectivamente, en el que la adición de 3% de ceniza de lenteja de agua y 0.25% de fibra de Furcraea Andina fue la que mejores resultados obtuvo, pues incrementó la resistencia de la unidad en un 2.37% en relación a la muestra no modificada.

Resistencia a la compresión del prisma de adobe

En relación al cuarto objetivo específico, el cual involucra la determinación de la resistencia a la compresión axial de los prismas de adobe con la inclusión de ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, se procedió a llevar a cabo la fractura controlada de los prismas de adobe. Este proceso fue aplicado tanto a la muestra patrón de referencia como a las muestras sometidas a experimentación. Los datos observados de estas pruebas son los siguientes:

Tabla 4

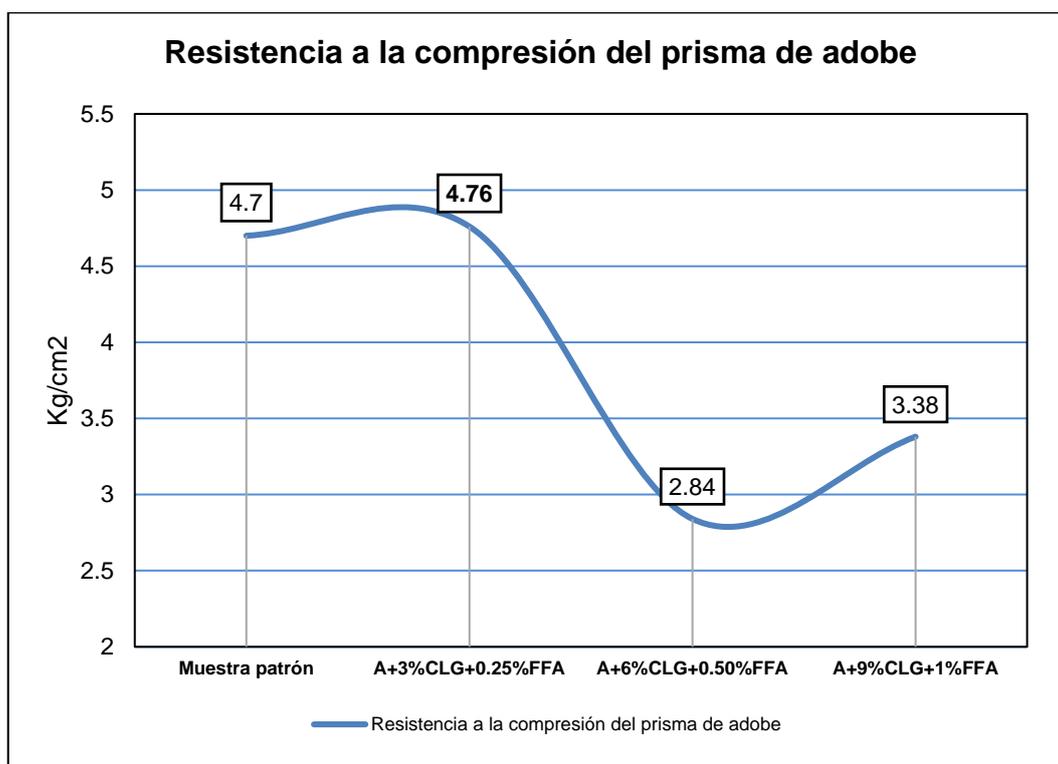
Resultados de resistencia a la compresión del prisma de adobe

Descripción	Muestra	Resistencia a la compresión del prisma (kg/cm ²)	Promedio de valores (kg/cm ²)
Muestra patrón	M-1	3.38	4.70
	M-2	5.06	
	M-3	5.67	
A+3%CLG+0.25%FFA	M-1	4.71	4.76
	M-2	4.62	
	M-3	4.93	
A+6%CLA+0.50%FFA	M-1	3.00	2.84
	M-2	2.79	
	M-3	2.74	
A+9%CLG+1%FFA	M-1	3.53	3.38
	M-2	3.34	
	M-3	3.27	

Nota. Resultados conseguidos en laboratorio

Figura 5

Valores obtenidos de la resistencia a la compresión del prisma de adobe



El promedio de la resistencia a la compresión axial del prisma estándar fue de 4.7 kg/cm². No obstante, al llevar a cabo las combinaciones de mezcla A+3%CLG+0.25%FFA, A+6%CLG+0.50%FFA y A+9%CLG+1%FFA, los valores de resistencia experimentaron variaciones a 4.76 kg/cm², 2.84 kg/cm² y 3.38 kg/cm² respectivamente. Es relevante señalar que la inclusión del 3% de ceniza de lenteja de agua y el 0.25% de fibra de Furcraea Andina arrojó los resultados más favorables, ya que aumentó la resistencia a la compresión axial del prisma en un 1.28% en comparación con la muestra no modificada.

Resistencia a la flexión del adobe

Con relación al quinto objetivo específico, el cual implica evaluar la resistencia a la flexión del adobe al incluir ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la flexión en tanto la muestra patrón como en las muestras sometidas a experimentación. Los resultados obtenidos de estos ensayos son los siguientes:

Tabla 5

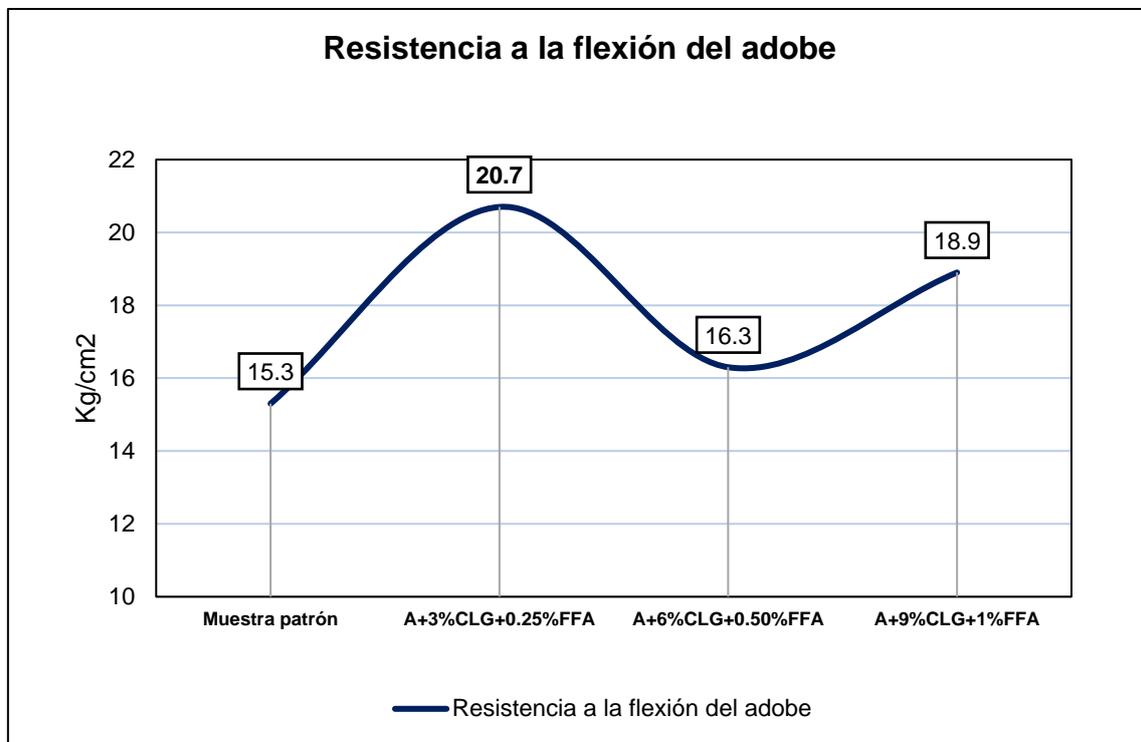
Resultados de resistencia a la flexión del adobe

Descripción	Muestra	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)	Promedio de valores (kg/cm ²)
Muestra patrón	M-1	14.9	15.3
	M-2	17.3	
	M-3	13.8	
A+3%CLG+0.25%FFA	M-1	22.4	20.7
	M-2	18.9	
	M-3	20.7	
A+6%CLA+0.50%FFA	M-1	16.0	16.3
	M-2	15.7	
	M-3	17.3	
A+9%CLG+1%FFA	M-1	18.7	18.9
	M-2	19.4	
	M-3	18.4	

Nota. Resultados conseguidos en laboratorio

Figura 6

Valores obtenidos de la resistencia a la flexión del adobe



La resistencia media a la flexión del adobe en su estado patrón se estableció en 15.3 kg/cm^2 . Sin embargo, al emplear las proporciones de mezcla A+3%CLG+0.25%FFA, A+6%CLG+0.50%FFA y A+9%CLG+1%FFA, los valores de resistencia experimentaron variaciones alcanzando 20.7 kg/cm^2 , 16.3 kg/cm^2 y 18.8 kg/cm^2 respectivamente. Es notable que la incorporación del 3% de ceniza de lenteja de agua y el 0.25% de fibra de Furcraea Andina resultó en los logros más destacados, con un aumento del 35.29% en la resistencia a la flexión del adobe en comparación con la muestra no modificada.

Confort térmico

Para el objetivo específico seis, que menciona determinar los efectos de la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el confort térmico del adobe, se construyeron dos módulos de adobe (uno del adobe patrón y otro con los adobes de la muestra de 3%CLG+0.25%FFA) tal como se detalla en la figura 7, en los que se midió la temperatura durante 24 horas para analizar el comportamiento de la temperatura como se observa en la figura 8.

Figura 7

Módulos de adobe contruidos para la medición de temperaturas



Figura 8

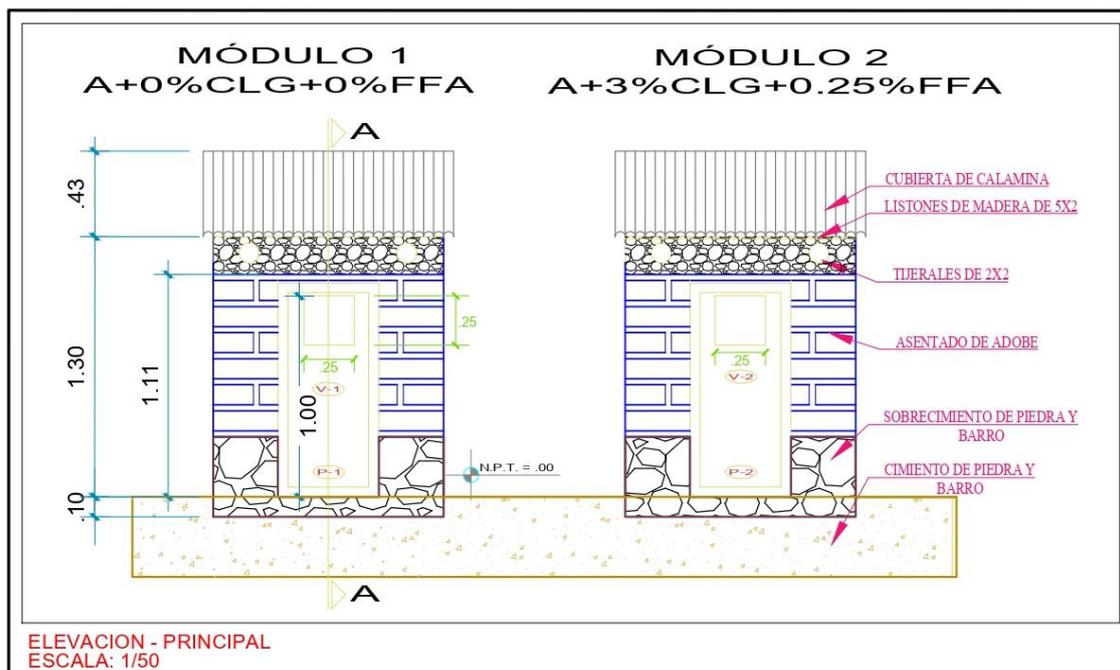
Termómetros empleados para la medición de temperaturas



Los detalles y dimensiones de los módulos de adobe construidos se encuentran precisados en la figura 9.

Figura 9

Detalles de los módulos de adobe



Las temperaturas presentadas durante los días 21 de junio y 22 de junio del 2023, se encuentran detallados en la tabla 6 y figura 10, cabe destacar que la medición de temperaturas se dio durante los días más fríos del año, precisamente en la temporada de heladas que son fenómenos característicos del altiplano.

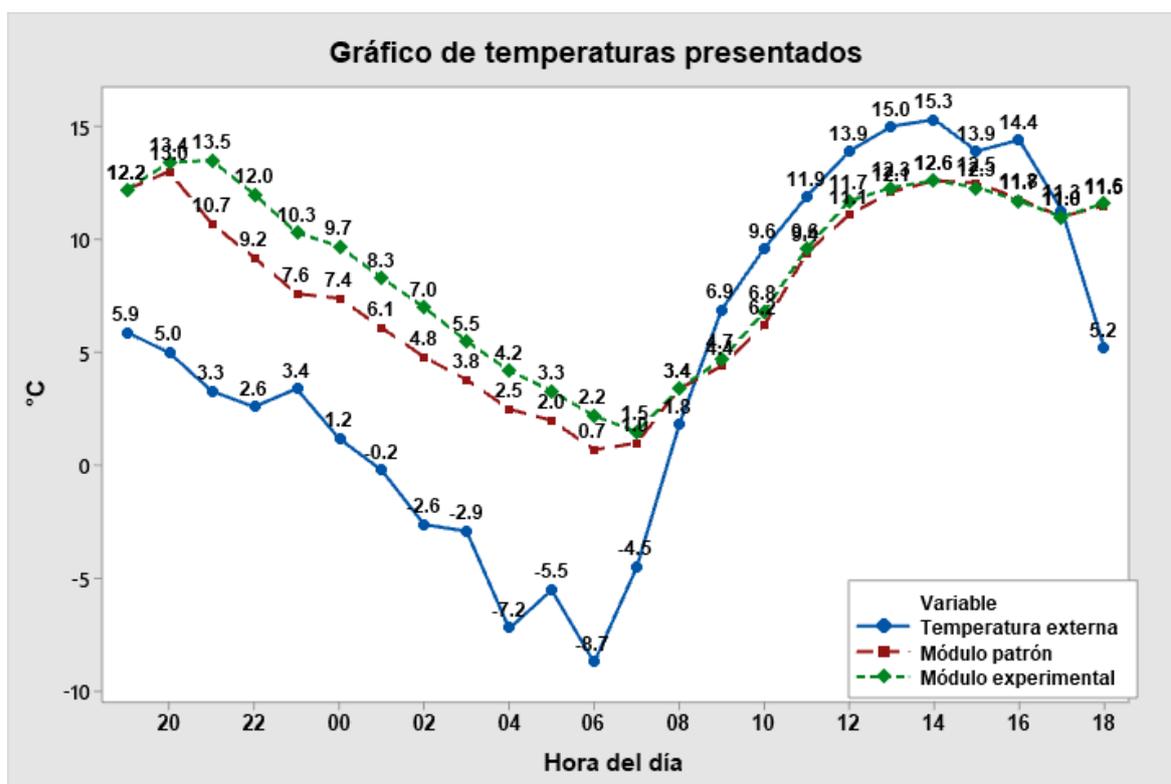
Tabla 6*Medición de temperatura externa e interna de los módulos de adobe*

Día	Hora	Temperatura exterior (°C)	Temperatura interior en los módulos (°C)	
			Patrón	A+3%CLG+0.25%FFA
21 de junio	19:00	5.9	12.2	12.2
	20:00	5.0	13.0	13.4
	21:00	3.3	10.7	13.5
	22:00	2.6	9.2	12.0
	23:00	3.4	7.6	10.3
22 de junio	00:00	1.2	7.4	9.7
	1:00	-0.2	6.1	8.3
	2:00	-2.6	4.8	7.0
	3:00	-2.9	3.8	5.5
	4:00	-7.2	2.5	4.2
	5:00	-5.5	2.0	3.3
	6:00	-8.7	0.7	2.2
	7:00	-4.5	1.0	1.5
	8:00	1.8	3.4	3.4
	9:00	6.9	4.4	4.7
	10:00	9.6	6.2	6.8
	11:00	11.9	9.4	9.6
	12:00	13.9	11.1	11.7
	13:00	15.0	12.1	12.3
14:00	15.3	12.6	12.6	
15:00	13.9	12.5	12.3	
16:00	14.4	11.8	11.7	
17:00	11.3	11.0	11.0	
18:00	5.2	11.5	11.6	

Nota. Resultados propios

Figura 10

Medición de temperatura externa e interna de los módulos de adobe



De acuerdo a las temperaturas señaladas en la tabla 6 y figura 10, se observa que la temperatura externa más alta que se presentó el día 22 de junio del 2023 fue de 15.3°C que se dio a las 14:00 horas; no obstante, la temperatura más baja que fue de -8.7°C se sintió el día 21 de junio a las 06:00 horas. Respecto a las temperaturas internas, se observó que en la hora más cálida la temperatura del módulo patrón fue de 12.6°C y en el módulo elaborado con adobes adicionados con 3% de ceniza de lenteja de agua y 0.25% de fibra de *Furcraea andina* fue de 12.6°C, mientras que en la hora más fría la temperatura del módulo patrón fue de 0.7°C y en el módulo elaborado con adobes adicionados con 3% de ceniza de lenteja de agua y 0.25% de fibra de *Furcraea andina* fue de 2.2°C.

V.- DISCUSIÓN

Según lo detallado en la tabla 1, se determinó que la caracterización química de la ceniza de lenteja de agua era la siguiente: 827 ppm de sólidos totales disueltos, 128 ppm de dureza total, 150ppm de sulfatos, 25 ppm de calcio y 3500 ppm de cloruros, donde se observó que el elemento predominante eran los cloruros, Estos resultados son distintos a los conseguidos por Cotrado (2022) quien determinó que las cenizas de lenteja de agua poseían una dureza total de 361.00 ppm, alcalinidad de 12531.00 ppm, cloruros 7316.94 ppm, sulfatos 360.00 ppm y calcio 68.40 ppm. Los resultados presentados en este estudio pueden diferir con el estudio de Cotrado (2022) por la diferencia de temperatura a la que fueron calcinadas las lentejas de agua. La metodología y procedimientos utilizados fueron adecuados, pues con el análisis físico-químico de la ceniza de lenteja de agua se consiguió caracterizar de forma óptima la ceniza y realizando la comparación de resultados en gabinete se logró alcanzar el objetivo planteado.

Según lo detallado en la tabla 2, se determinó que el módulo de elasticidad de la fibra de *Furcraea* era de 290 MPa, estos resultados difieren a los conseguidos en el estudio de Pesántes (2015) quien indica que el módulo de elasticidad de la fibra de cabuya es de 7.5 GPa. La metodología y procedimientos utilizados fueron adecuados, pues con ensayo del módulo de elasticidad se pudo determinar la elasticidad de la fibra de *Furcraea* andina y realizando la comparación de resultados en gabinete se logró alcanzar el objetivo planteado.

De acuerdo a los detalles presentados en la tabla 3, se determinó que la resistencia a la compresión de las unidades de adobe, con la inclusión de ceniza de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea* andina en proporciones de 0%CLA+0%FFA, 3%CLA+0.25%FFA, 6%CLA+0.50%FFA y 9%CLA+1%FFA, arrojó valores de 16.9 kg/cm², 17.3 kg/cm², 15.2 kg/cm² y 17.2 kg/cm² respectivamente. Estos resultados se asemejan a los obtenidos en la investigación llevada a cabo por Alba y León en 2022, en la cual señalaron que el adobe no estabilizado presentaba una resistencia al punzonamiento de 13.3 kg/cm², mientras que los adobes modificados con fibras en concentraciones del 0.5%, 1% y 1.5% exhibieron incrementos en la resistencia al punzonamiento a 18.8 kg/cm², 21.7 kg/cm² y 22 kg/cm² respectivamente. De

acuerdo a la norma E-080 los adobes estabilizados con ceniza de lenteja de agua y fibra de *Furcraea andina* cumplen con lo estipulado, pues los valores de resistencia se encuentran por encima de 10.2 kg/cm^2 , que es el valor mínimo establecido en la norma. La metodología y procedimientos utilizados fueron adecuados, pues con el ensayo de resistencia a la compresión del adobe se pudo determinar la resistencia al punzonamiento, tanto de las unidades no estabilizadas como de las adicionadas con ceniza de lenteja de agua y fibra de *Furcraea andina*, además realizando la comparación de resultados en gabinete se logró alcanzar el objetivo planteado.

Según los detalles expuestos en la tabla 4, se estableció que la resistencia a la compresión del prisma de adobe, al realizar la dosificación de ceniza de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina* en porcentajes de 0%CLA+0%FFA, 3%CLA+0.25%FFA, 6%CLA+0.50%FFA y 9%CLA+1%FFA, resultó en valores de 4.7 kg/cm^2 , 4.76 kg/cm^2 , 2.84 kg/cm^2 y 3.38 kg/cm^2 consecutivamente. Estos resultados son congruentes con los obtenidos en la investigación realizada por Aragón (2021), donde se señaló que el adobe no modificado mostraba una resistencia a la compresión axial del prisma de 9.81 kg/cm^2 . Por otra parte, las muestras de adobe modificadas con un 5% y 10% de ceniza de quinua experimentaron un aumento en su resistencia, alcanzando valores de 10.24 kg/cm^2 y 11.47 kg/cm^2 consecutivamente. De acuerdo a la norma E-080 los adobes estabilizados con ceniza de lenteja de agua y fibra de *Furcraea andina* no cumplen con lo estipulado, pues los valores de resistencia no superan los 6.12 kg/cm^2 , que es el valor mínimo establecido en la norma. La metodología y procedimientos utilizados fueron adecuados, pues con el ensayo de resistencia a la compresión de la pila de adobe se pudo determinar la resistencia a la compresión del prisma, tanto de las unidades no estabilizadas como de las adicionadas con ceniza de lenteja de agua y fibra de *Furcraea andina*, además realizando la comparación de resultados en gabinete se logró alcanzar el objetivo planteado.

Conforme a los detalles presentados en la tabla 5, se concluyó que la resistencia a la flexión del adobe, al incorporar ceniza de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina* en proporciones de 0%CLA+0%FFA, 3%CLA+0.25%FFA, 6%CLA+0.50%FFA y 9%CLA+1%FFA, fue de 15.3 kg/cm^2 , 20.7 kg/cm^2 , 16.3 kg/cm^2 y 18.9 kg/cm^2

respectivamente. Estos resultados coinciden con los obtenidos en el estudio llevado a cabo por Chavez (2021), donde se estableció que el adobe no estabilizado presentaba una resistencia a la flexión de 1.49 kg/cm². En contraste, las muestras de adobe modificadas con un 3%, 6% y 9% de ceniza de tallo de cebada registraron variaciones en sus resistencias, alcanzando valores de 1.34 kg/cm², 1.48 kg/cm² y 1.51 kg/cm² respectivamente. La metodología y procedimientos utilizados fueron adecuados, pues con el ensayo de resistencia a la flexión del adobe se pudo determinar la resistencia a la flexión de las muestras, tanto de las unidades no estabilizadas como de las adicionadas con ceniza de lenteja de agua y fibra de *Furcraea andina*, además realizando la comparación de resultados en gabinete se logró alcanzar el objetivo planteado.

De acuerdo a las mediciones de temperatura registradas en la tabla 6, se identificó que la temperatura más elevada registrada en el entorno externo ocurrió el día 22 de junio de 2023, alcanzando 15.3°C a las 14:00 horas. En contraste, la temperatura más baja, de -8.7°C, se experimentó el día 21 de junio a las 06:00 horas. En relación a las temperaturas internas, durante la hora más caliente, la temperatura en el módulo de referencia alcanzó los 12.6°C, mientras que en el módulo construido con adobes adicionados con un 3% de ceniza de lenteja de agua y un 0.25% de fibra de *Furcraea andina* también fue de 12.6°C. En la hora más fría, la temperatura en el módulo de referencia fue de 0.7°C, mientras que en el módulo construido con adobes modificados alcanzó los 2.2°C. Estos valores guardan similitud con el estudio realizado por Mescco y Zapana (2022), en dicho estudio, a las 5 de la mañana, la temperatura externa registrada fue de -3.7°C, mientras que la temperatura interna en el módulo de adobe de referencia se mantuvo en -0.7°C, y en el módulo experimental (con un 12% de pelaje de cuy) fue de 7°C. Durante la hora más cálida del día, con una temperatura externa de 36.6°C, la temperatura interior del módulo de adobe de referencia alcanzó los 32.0°C, y en el módulo experimental fue de 18.9°C. Como se puede observar en ambos estudios, se mejora el confort térmico. La metodología y procedimientos utilizados fueron adecuados, pues con la medición de temperaturas al interior y exterior de los módulos construidos con adobe, se pudo determinar el confort térmico de los módulos de adobe, tanto de las unidades no estabilizadas como de las adicionadas

con ceniza de lenteja de agua y fibra de *Furcraea andina*, además realizando la comparación de resultados en gabinete se logró alcanzar el objetivo planteado.

De acuerdo a los resultados conseguidos de los ensayos de compresión, flexión y resistencia a la compresión del prisma de adobe se determinó que la incorporación de cenizas de *Lemna gibba* y fibra de *Furcraea andina* mejora el comportamiento mecánico del adobe, pues la adición de 3% de ceniza de *Lemna gibba* y 0.25% de fibra de *Furcraea andina* incrementó la resistencia a la compresión de la unidad en un 2.37%, la resistencia a la compresión del prisma en un 1.28% y la resistencia a la flexión en un 35.29%. Estos resultados guardan relación con los valores conseguidos en la investigación de Mescoco y Zapana (2022) quienes al añadir 12% de pelaje de cuy lograron un incremento a la compresión de la unidad de 36.8%, y a la compresión de prisma en 21.76%. El incremento de estas propiedades se debería a la mejor adherencia entre partículas brindada por la fibra de cabuya y las propiedades puzolánicas de la ceniza de lenteja de agua.

VI.- CONCLUSIONES

1. Se concluyó que la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina mejora el comportamiento mecánico del adobe, pues la adición de 3% de ceniza de Lemna gibba y 0.25% de fibra de Furcraea andina incrementó la resistencia a la compresión de la unidad en un 2.37%, la resistencia a la compresión del prisma en un 1.28% y la resistencia a la flexión en un 35.29%.
2. Se concluyó que la caracterización química de la ceniza de Lemna gibba fue la siguiente: 827 ppm de sólidos totales disueltos, 128 ppm de dureza total, 150ppm de sulfatos, 25 ppm de calcio y 3500 ppm de cloruros.
3. Se concluyó que el módulo de elasticidad de la fibra de Furcraea andina fue de 290 MPa. Este resultado sugiere que la fibra de Furcraea andina posee una rigidez moderada, lo que la hace adecuada para aplicaciones donde se requiere una combinación de resistencia y flexibilidad.
4. Se concluyó que la incorporación de 3% de cenizas de Lemna gibba y 0.25% de fibra de Furcraea andina demostró ser la combinación más efectiva, pues incrementó la resistencia a la compresión de la unidad de adobe en 2.37% en relación al adobe patrón.
5. Se concluyó que la incorporación de 3% de cenizas de Lemna gibba y 0.25% de fibra de Furcraea andina demostró ser la combinación más efectiva pues incrementó la resistencia a la compresión axial en 1.28% respecto al adobe patrón.
6. Se concluyó que la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina incrementa la resistencia a la flexión del adobe, pues el adobe patrón contaba con una resistencia de 15.3 kg/cm², mientras que al realizar las dosificaciones de A+3%CLG+0.25%FFA, A+6%CLG+0.50%FFA y A+9%CLG+1%FFA, los valores de resistencia variaron a 20.7 kg/cm², 16.3 kg/cm² y 18.9 kg/cm² respectivamente.
7. Se concluyó que al incorporar 3% de ceniza de Lemna gibba y 0.25% de fibra de Furcraea andina el confort térmico es mejor al módulo construido con adobes tradicionales, pues en la hora más fría el módulo edificado con adobes no

estabilizados poseía una temperatura interior de 0.7°C, mientras que el módulo elaborado con adobes estabilizados poseía una temperatura interior de 2.2°C.

VII.- RECOMENDACIONES

Se sugiere continuar investigando y realizando experimentaciones con distintas proporciones de ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, con el fin de determinar la dosificación adecuada para lograr una mejor resistencia y durabilidad de los adobes.

Se recomienda que en futuras investigaciones se analicen otras cualidades de los adobes modificados con ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, para ver su influencia sobre las mismas.

Se sugiere realizar pruebas de laboratorio exhaustivas para obtener datos precisos y confiables sobre las propiedades físicas, mecánicas y térmicas de los adobes elaborados.

Se sugiere que la mezcla de ceniza de Lemna gibba, fibra de Furcraea andina y suelo, sea humedecida un día antes, con el fin de conseguir la uniformidad de la mezcla y evitar que existan partículas de suelo sin remojar.

Se recomienda que los adobes elaborados sean cuidados de fenómenos como las lluvias, granizo, nevada, helada, entre otros; con el fin de mantener y conservar de mejor manera sus características físico-mecánicas.

Se sugiere tomar en cuenta las características de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina empleados en este estudio, por si se quieren aplicar para la elaboración de los adobes.

En relación al transporte de los adobes, se sugiere tener cuidado con el manejo y movilización de los adobes, con el fin de evitar fracturas y estos puedan ser analizados adecuadamente en laboratorio.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, C.P., JARRÍN, G.S., GUILCAPI, E.D. y MONTENEGRO, F.R., 2023. Cabuya (*Furcraea andina*, Asparagaceae): una persistencia biocultural para la reproducción del ser social Puruhá en la microcuenca del Río Guano (Andes Ecuatorianos). *Acta Botanica Mexicana* [en línea], no. 130. ISSN 2448-7589. DOI 10.21829/abm130.2023.2194. Disponible en: <https://abm.ojs.inecol.mx/index.php/abm/article/view/2194>.
- AL-SNAFI, A.E., 2019. Lemna minor: Traditional Uses, Chemical Constituents and Pharmacological Effects-A Review Virtual Learningggggg View project pharmacology of medicinal plants View project Lemna MINOR: Traditional Uses, Chemical Constituents and Pharmacological Effects-A Re. [en línea], vol. 9, no. August, pp. 6-11. Disponible en: <https://bit.ly/3mZGwzR>.
- ALBA, A. y LEÓN, E., 2022. *Evaluación de propiedades físico mecánicas del adobe adicionando fibra y ceniza de cáscara de pacay, distrito de Caraz - 2022* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/94324>.
- ALI, Z. y BHASKAR, S.B., 2016. Basic statistical tools in research and data analysis. *Indian Journal of Anaesthesia*, vol. 60, no. 9, pp. 662-669. ISSN 00195049. DOI 10.4103/0019-5049.190623.
- ARAGÓN, J., 2021. *Análisis de las propiedades físico-mecánicas y térmicas del adobe con incorporación de ceniza de quinua y guano, Caracoto – Puno, 2021* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/79111/Aragon_RJG-SD.pdf?sequence=1.
- ARIAS, J. y COVINOS, M., 2021. *Diseño y metodología de la investigación* [en línea]. Primera ed. S.l.: s.n. ISBN 9786124844423. Disponible en: <https://bit.ly/3RlcobP>.
- ARIAS, J., VILLASÍS, M.Á. y MIRANDA, M.G., 2016. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Alergia* [en línea], vol. 63, no. 2, pp. 201-206. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>.

- CĂLĂȚAN, G., HEGYI, A., GREBENISAN, E. y MIRCEA, A.C., 2020. Possibilities of Recovery of Industrial Waste and By-Products in Adobe-Brick-Type Masonry Elements. *The 14th International Conference on Interdisciplinarity in Engineering—INTER-ENG 2020* [en línea]. Basel Switzerland: MDPI, pp. 1. DOI 10.3390/proceedings2020063001. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2504-3900/63/1/1>.
- CHACALTANA, F. y QUIROZ, K., 2021. *Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del adobe incorporando la ceniza de coronta del maíz, en Paucas, Ancash, 2021* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84745/Chacaltana_QFP-Quiroz_PKL-SD.pdf?sequence=1.
- CHAVEZ, S., 2021. *Propiedades físicas y mecánicas de unidades de adobe modificados con incorporación de cenizas de tallo de cebada, Cusco - 2021* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102647/Chavez_BSS-SD.pdf?sequence=1.
- COTRADO, H., 2022. *Mejoramiento de subrasante con adición de cenizas de lenteja de agua y cemento en la avenida la Huayrana, Juliaca 2022* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109928>.
- DÍAZ, L., 2011. La observación. *Facultad de Psicología de la UNAM* [en línea], pp. 29. ISSN 0038092X. Disponible en: <https://bit.ly/3njgjfL>.
- DIKER, B. y YAZICIOĞLU, F., 2020. An Assessment of Thermal Performance in Adobe Structures. *Conference: Kerpıcı'20 – Healthy Buildings: The Role of Earthen Materials on Providing Healthy and Sustainable Indoor Environment 8th International Conference*. [en línea], no. November 2020. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Beguem-Diker/publication/358704147_An_Assessment_of_Thermal_Performance_in_Adobe_Structures/links/620fb31e08bee946f38b2425/An-Assessment-of-Thermal-Performance-in-Adobe-Structures.pdf.
- ESLAMI, A., MOHAMMADI, H. y MIRABI BANADAKI, H., 2022. Palm fiber as a

natural reinforcement for improving the properties of traditional adobe bricks. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 325, no. March 2022, pp. 126808. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2022.126808. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950061822004962>.

GALARZA, J.L., HERNÁNDEZ, F. y ARCONES, G., 2022. Estabilización de bloques de tierra comprimida (BTC) por adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) y óxido de calcio recuperado de conchas marinas. *Anales de Edificación* [en línea], vol. 7, no. 1, pp. 30-40. ISSN 2444-1309. DOI 10.20868/ade.2021.4768. Disponible en: http://polired.upm.es/index.php/anales_de_edificacion/article/view/4768/4953.

GARCÍA, J.A., REDING, A. y LÓPEZ, J.C., 2013. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación en Educación Médica* [en línea], vol. 2, no. 8, pp. 217-224. ISSN 20075057. DOI 10.1016/S2007-5057(13)72715-7. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-investigacion-educacion-medica-343-pdf-S2007505713727157>.

GERARDO, R. y DE LIMA, I.P., 2022. Monitoring Duckweeds (Lemna minor) in Small Rivers Using Sentinel-2 Satellite Imagery: Application of Vegetation and Water Indices to the Lis River (Portugal). *Water* [en línea], vol. 14, no. 15, pp. 2284. ISSN 2073-4441. DOI 10.3390/w14152284. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/15/2284>.

HERNÁNDEZ, O., 2021. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, vol. 37, no. 3, pp. 6-8. ISSN 15613038.

HERNÁNDEZ, R., FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, M., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. 6. México D.F: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://bit.ly/3ibTTIz>.

HUARZA, A., MAROCHO, L. y COPA, K., 2021. Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú. *Journal of High Andean Research* [en línea], vol. 20, no. 3, pp. 289-300. DOI 10.1109/INTERCON52678.2021.9533024. Disponible en:

<http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v20n3/a03v20n3.pdf>.

IGE, O. y DANSO, H., 2021. Physico-Mechanical and Thermal Gravimetric Analysis of Adobe Masonry Units Reinforced with Plantain Pseudo-Stem Fibres for Sustainable Construction. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 273, pp. 1-12. Disponible en: [https://openresearch.lsbu.ac.uk/download/c10a11e1c1e85e2c8b4456f6fd6202dea398bc79a9ecfea5d990870db2397656/918244/Manuscript Adobe final.pdf](https://openresearch.lsbu.ac.uk/download/c10a11e1c1e85e2c8b4456f6fd6202dea398bc79a9ecfea5d990870db2397656/918244/Manuscript%20Adobe%20final.pdf).

ISLAM, M.S., ELAHI, T.E., SHAHRIAR, A.R. y MUMTAZ, N., 2020. Effectiveness of fly ash and cement for compressed stabilized earth block construction. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 255, pp. 119392. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.119392. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950061820313970>.

JOKHIO, G.A., AL-TAWIL, Y.M.Y., SYED MOHSIN, S.M., GUL, Y. y RAMLI, N.I., 2018. Compressive and Flexural Tests on Adobe Samples Reinforced with Wire Mesh. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea], vol. 318, no. 1, pp. 012030. ISSN 1757-8981. DOI 10.1088/1757-899X/318/1/012030. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/318/1/012030>.

KAFODYA, I., OKONTA, F. y KLOUKINAS, P., 2019. Role of fiber inclusion in adobe masonry construction. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 26, pp. 1-37. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.jobbe.2019.100904. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352710219302487>.

KHTOU, O., AALIL, I., ABOUSSALEH, M. y WARDI, F.Z. EL, 2021. Mechanical Analysis of Fiber Reinforced Adobe. *Civil Engineering and Architecture* [en línea], vol. 9, no. 7, pp. 2160-2168. ISSN 2332-1091. DOI 10.13189/cea.2021.090705. Disponible en: http://www.hrpub.org/journals/article_info.php?aid=11434.

LINARES, V.E. y CUÉLLAR, N., 2022. Improvements in the thermal conditioning of high Andean homes in the Puno region. *Anales Científicos* [en línea], vol. 83, no. 1, pp. 18-32. ISSN 2519-7398. DOI 10.21704/ac.v83i1.1895. Disponible en:

<https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1895>.

LOZADA, J., 2016. Investigación Aplicada : Definición , Propiedad Intelectual e Industria. *Cienciaamérica* [en línea], vol. 1, no. 3, pp. 34-39. Disponible en: <https://bit.ly/3FYI1Cu>.

MAURICIO, A.C., GRIESELER, R., HELLER, A.R., KELLEY, A.R., RUMICHE, F., SANDWEISS, D.H. y VIVEEN, W., 2021. The earliest adobe monumental architecture in the Americas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [en línea], vol. 118, no. 48. ISSN 0027-8424. DOI 10.1073/pnas.2102941118. Disponible en: <https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2102941118>.

MAYACELA, M., FERNANDA, M., VELASQUEZ, R., TAVOLARO, A., MOLINARI, A. y FALLICO, C., 2017. Removal of Heavy Metals from Contaminated Aquifers by Vegetable Fibers . Comparisons among Cabuya Fibers , Broom Fibers and ZVI. *Creative Commons CC* [en línea], no. June, pp. 1-20. DOI 10.20944/preprints201706.0010.v1. Disponible en: <https://bit.ly/40uXowK>.

MESCCO, G. y ZAPANA, M., 2022. *Influencia de incorporación del filamento de cuy en las propiedades físicas, mecánicas y térmicas del adobe en zonas altoandinas, 2022* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112337>.

MICCOLI, L., GAROFANO, A., FONTANA, P. y MÜLLER, U., 2015. Experimental testing and finite element modelling of earth block masonry. *Engineering Structures* [en línea], vol. 104, no. December, pp. 80-94. ISSN 01410296. DOI 10.1016/j.engstruct.2015.09.020. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S014102961500591X>.

MOREL, J.-C., PKLA, A. y WALKER, P., 2007. Compressive strength testing of compressed earth blocks. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 21, no. 2, pp. 303-309. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2005.08.021. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950061805002631>.

MOUSALLI, G., 2015. Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa. *Mérida* [en línea], no. June, pp. 38. Disponible en: <https://bit.ly/40cKTpV>.

- MUÑOZ, P., LETELIER, V., MUÑOZ, L. y BUSTAMANTE, M.A., 2020. Adobe bricks reinforced with paper & pulp wastes improving thermal and mechanical properties. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 254, pp. 119314. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.119314. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950061820313192>.
- NICOMEDES, N., 2018. Tipos de Investigación. *Repositorio Institucional USDG* [en línea], pp. 1-4. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>.
- OTERO, A., 2018. *Enfoques de investigación* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3K4z0wG>.
- PARISI, F., TARQUE, N., SILVEIRA, D. y VARUM, H., 2021. Seismic Strengthening Techniques for Adobe Construction. *Building Pathology and Rehabilitation* [en línea]. S.l.: s.n., pp. 183-209. ISBN 9783030747367. Disponible en: https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-74737-4_8.
- PESÁNTES, M., 2015. La cabuya en los revoques en tierra. *Siacot* [en línea], vol. 15, pp. 1-9. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6085968>.
- PIÑAS, J.M., LIRA, L., HORN, M., SOLIS, J.L. y GÓMEZ, M.M., 2020. Influence of *Stipa ichu* on the thermal and mechanical properties of adobe as a biocomposite material. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1433, no. 1. ISSN 17426596. DOI 10.1088/1742-6596/1433/1/012003.
- SÁNCHEZ, H., REYES, C. y MEJÍA, K., 2018. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística* [en línea]. S.l.: Universidad Ricardo Palma. ISBN 9786124735141. Disponible en: <https://bit.ly/3qt0X6u>.
- SASUI, -, JINWUTH, W. y HENGRASMEE, S., 2018. The Effects of Raw Rice Husk and Rice Husk Ash on the Strength and Durability of Adobe Bricks. *Civil Engineering Journal* [en línea], vol. 4, no. 4, pp. 732. DOI 10.28991/cej-0309128. Disponible en: <https://www.civilejournal.org/index.php/cej/article/view/768/pdf>.
- SUAREZ, E.J., ARANDA, Y.G., ZUÑIGA, C. y DE LEÓN, A., 2017. Effect of the Addition of Cactus Mucilage and Fibers To Samples of Poured Earth.

International Journal of Engineering Sciences & Research Technology [en línea], vol. 6, no. 5, pp. 132-136. DOI 10.5281/zenodo.571742. Disponible en: <https://bit.ly/3NDM9wv>.

SUMERENTE, G., LOVON, H., TARQUE, N. y CHÁCARA, C., 2020. Assessment of Combined In-Plane and Out-of-Plane Fragility Functions for Adobe Masonry Buildings in the Peruvian Andes. *Frontiers in Built Environment* [en línea], vol. 6, no. May, pp. 1-10. ISSN 2297-3362. DOI 10.3389/fbuil.2020.00052. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fbuil.2020.00052/full>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Efectos de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL ¿Cuáles son los efectos de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023?	OBJETIVO GENERAL Determinar los efectos de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023	HIPÓTESIS GENERAL La incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina mejora el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023.	V1: Cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina	Características químicas de la ceniza de Lemna gibba	Dureza Sólidos totales disueltos Cloruros Sulfatos Calcio	Tipo de Investigación Investigación aplicada
PROBLEMA ESPECÍFICO N° 1 ¿Cuál es la caracterización química de la ceniza de Lemna gibba, Puno 2023?	OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1 Determinar la caracterización química de la ceniza de Lemna gibba, Puno 2023.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA N°1 La ceniza de Lemna gibba, tiene una composición química rica en nutrientes como cloruros, sulfatos y calcio debido a su alta concentración en estos elementos en la planta de origen				Enfoque de investigación Cuantitativo
PROBLEMA ESPECÍFICO N° 2 ¿Cuál es el módulo de elasticidad de la fibra de Furcraea andina, Puno 2023?	OBJETIVO ESPECÍFICO N° 2 Determinar el módulo de elasticidad de la fibra de Furcraea andina, Puno 2023.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA N°2 El módulo de elasticidad de la fibra de Furcraea andina es similar al valor reportado en la literatura.				Nivel de Investigación Explicativo
PROBLEMA ESPECÍFICO N° 3 ¿Cuál es la resistencia a la compresión de la unidad de adobe con la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, Puno 2023?	OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 Determinar la resistencia a la compresión de la unidad de adobe con la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, Puno 2023.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA N°3 La incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina incrementa la resistencia a la compresión de la unidad de adobe, Puno 2023	V2 Comportamiento mecánico del adobe	Módulo de elasticidad de la fibra de Furcraea andina	Deformación elástica Esfuerzo elástico	Diseño de investigación Experimental Puro
PROBLEMA ESPECÍFICO N° 4 ¿Cuál es la resistencia a la compresión axial del prisma de adobe con la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, Puno 2023?	OBJETIVO ESPECÍFICO N° 4 Determinar la resistencia a la compresión axial del prisma de adobe con la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, Puno 2023.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA N°4 La incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina incrementa la resistencia a la compresión axial del prisma de adobe, Puno 2023				Población 300 adobes
PROBLEMA ESPECÍFICO N° 5 ¿Cuál es la resistencia a la flexión del adobe con la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, Puno 2023?	OBJETIVO ESPECÍFICO N° 5 Determinar la resistencia a la flexión del adobe con la incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina, Puno 2023.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA N°5 La incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina incrementa la resistencia a la flexión del adobe, Puno 2023				Muestra 300 adobes
PROBLEMA ESPECÍFICO N° 6 ¿Cuáles son los efectos de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el confort térmico del adobe, Puno 2023?	OBJETIVO ESPECÍFICO N° 6 Determinar los efectos de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el confort térmico del adobe, Puno 2023.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA N°6 La incorporación de cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina mejora el confort térmico del adobe, Puno 2023				Técnica de recolección de datos Observación directa
						Instrumentos de recolección de datos Fichas de observación de ensayo de materiales

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

Efectos de la ceniza de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023						
TIPO DE VARIABLES	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE CUANTITATIVA 1	Cenizas de Lemna gibba y fibra de Furcraea andina	La lenteja de agua es una planta acuática flotante que consta de un único talo ovalado u ovalado-obovado, mide unos 2-5 mm de largo y 1.5 - 3.5 mm de ancho. La superficie del talo superior es de color verde medio y ligeramente convexa a lo largo de una cresta longitudinal tenue, la superficie del talo inferior es de color verde claro y plana. Ambas superficies son glabras (Al-Snafi, 2019). La cabuya (Furcraea andina) o planta de fique es una fibra de hoja. Esta planta pertenece a la clase de las suculentas de hoja, concretamente a los árboles del orden de los Agavales. Es originaria de toda la región andina, Centroamérica y la zona del Caribe (Ecuador, Colombia, México, Perú, etc.) y crece fácilmente en forma silvestre o puede ser cultivada en valles y laderas (Mayacela et al., 2017)	La variable ceniza de Lemna gibba y fibras de Furcraea andina se operacionaliza mediante sus dimensiones: porcentajes de adición, características químicas de la ceniza de Lemna gibba y el módulo de elasticidad de la fibra de Furcraea andina	Características químicas de la ceniza de Lemna gibba Módulo de elasticidad de la fibra de Furcraea andina	Dureza Sólidos totales disueltos Cloruros Sulfatos Calcio Deformación elástica Esfuerzo elástico	Razón
VARIABLE CUANTITATIVA 2	Comportamiento mecánico del adobe	Las características mecánicas de un material reflejan la relación entre su respuesta o deformación cuando se le aplica una fuerza. En los edificios, las paredes y los techos están sujetos a fuerzas y cargas. En el caso de una vivienda de adobe, se necesita tener el conocimiento de las características del material para luego determinar la capacidad de cada componente para soportar una posible ruptura o fractura (Piñas et al., 2020).	La variable comportamiento mecánico se operacionaliza mediante sus dimensiones: resistencia a la compresión de la unidad, resistencia a la compresión axial del prisma de adobe y resistencia a la flexión del adobe	Resistencia a la compresión de la unidad de adobe Resistencia a la compresión axial del prisma de adobe Resistencia a la flexión del adobe Confort térmico	Fuerza aplicada Área de sección transversal Fuerza aplicada Área de sección transversal Fuerza aplicada Área de sección transversal Temperatura exterior Temperatura interior	Razón Razón Razón Intervalo

Anexo 3. Panel fotográfico





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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



Fotografía 7. Calcinado de la Lemna gibba



Fotografía 8. Calcinado de la Lemna gibba



Fotografía 9. Calcinado de la Lemna gibba



Fotografía 10. Medición de temperatura de calcinado



Fotografía 11. Plantas de Furcraea andina



Fotografía 12. Plantas de Furcraea andina



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 13. Plantas de *Furcraea andina*



Fotografía 14. Obtención de las plantas de *Furcraea andina*



Fotografía 15. Obtención de la fibra de *Furcraea andina*



Fotografía 16. Obtención de las fibras de *Furcraea andina*



Fotografía 17. Obtención de la fibra de *Furcraea andina*



Fotografía 18. Obtención de la fibra de *Furcraea andina*



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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



Fotografía 19. Obtención de la muestra de suelo



Fotografía 20. Tamizado de la muestra de suelo a través de la malla #40



Fotografía 21. Tamizado de la muestra mediante la malla #200



Fotografía 22. Tamizado de la muestra



Fotografía 23. Elaboración de los bastoncitos de barro (ensayo de límite plástico)



Fotografía 24. Pesado de las muestras de suelo



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 25. Ceniza de *Lemna gibba* previo al mezclado



Fotografía 26. Fibra de *Furcraea andina* previo al mezclado para la fabricación de adobes.



Fotografía 27. Incorporación de las cenizas de *Lemna gibba*



Fotografía 28. Incorporación de la fibra de *Furcraea andina*



Fotografía 29. Elaboración de los adobes



Fotografía 30. Elaboración de los adobes



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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



Fotografía 31. *Secado de las unidades de adobe*



Fotografía 32. *Secado de las unidades de adobe*



Fotografía 33. *Fabricación de las unidades de adobe*



Fotografía 34. *Fabricación de las unidades de adobe*



Fotografía 35. *Elaboración de los adobes*



Fotografía 36. *Elaboración de los adobes*



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 37. Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe



Fotografía 38. Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe



Fotografía 39. Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe



Fotografía 40. Ensayo de resistencia a la compresión del prisma de adobe



Fotografía 41. Ensayo de resistencia a la compresión del prisma de adobe



Fotografía 42. Ensayo de resistencia a la compresión del prisma de adobe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 43. Ensayo de resistencia a la flexión del adobe



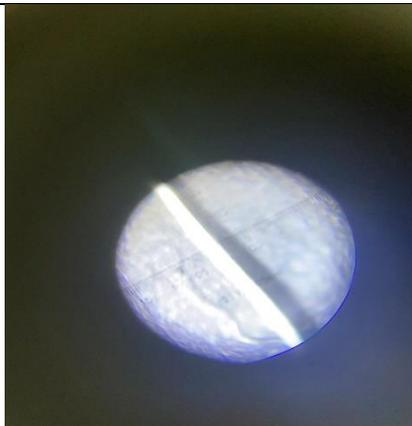
Fotografía 44. Ensayo de resistencia a la flexión del adobe



Fotografía 45. Ensayo de resistencia a la flexión del adobe



Fotografía 46. Fibras de Furcraea andina



Fotografía 47. Medición del diámetro de la fibra de Furcraea andina

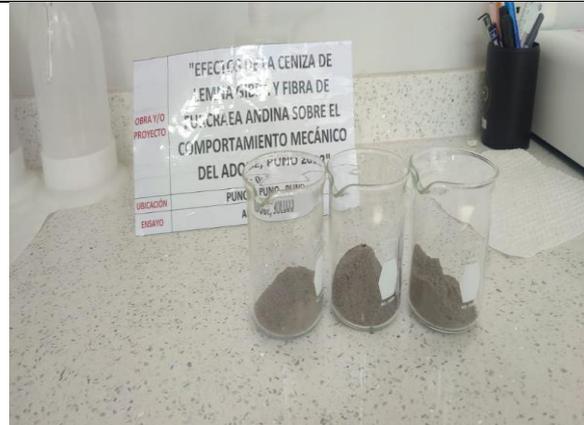


Fotografía 48. Medición del diámetro de la fibra de Furcraea andina



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



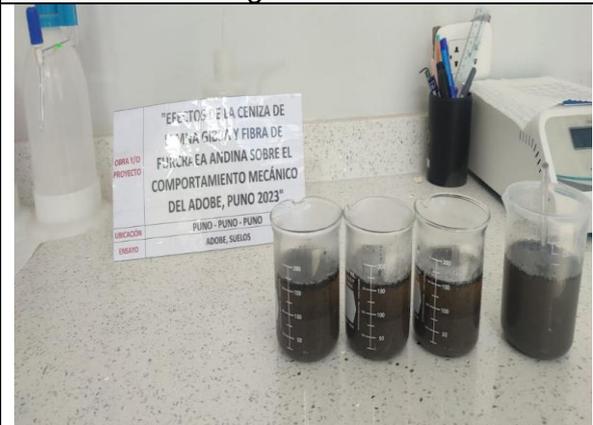
Fotografía 49. Análisis físico químico de la ceniza de Lemna gibba



Fotografía 50. Análisis físico químico de la ceniza de Lemna gibba



Fotografía 51. Análisis físico químico de la ceniza de Lemna gibba



Fotografía 52. Análisis físico químico de la ceniza de Lemna gibba



Fotografía 53. Análisis físico químico de la ceniza de Lemna gibba



Fotografía 54. Análisis físico químico de la ceniza de Lemna gibba



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 55. Limpieza de terreno



Fotografía 56. Trazo y replanteo



Fotografía 57. Excavación de los cimientos



Fotografía 58. Conformación de los cimientos



Fotografía 59. Conformación del sobrecimiento



Fotografía 60. Proceso constructivo de los módulos de adobe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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



Fotografía 61. *Proceso constructivo de los módulos de adobe*



Fotografía 62. *Proceso constructivo de los módulos de adobe*



Fotografía 63. *Medición de las temperaturas en los módulos y el exterior*



Fotografía 64. *Medición de las temperaturas en los módulos y el exterior*

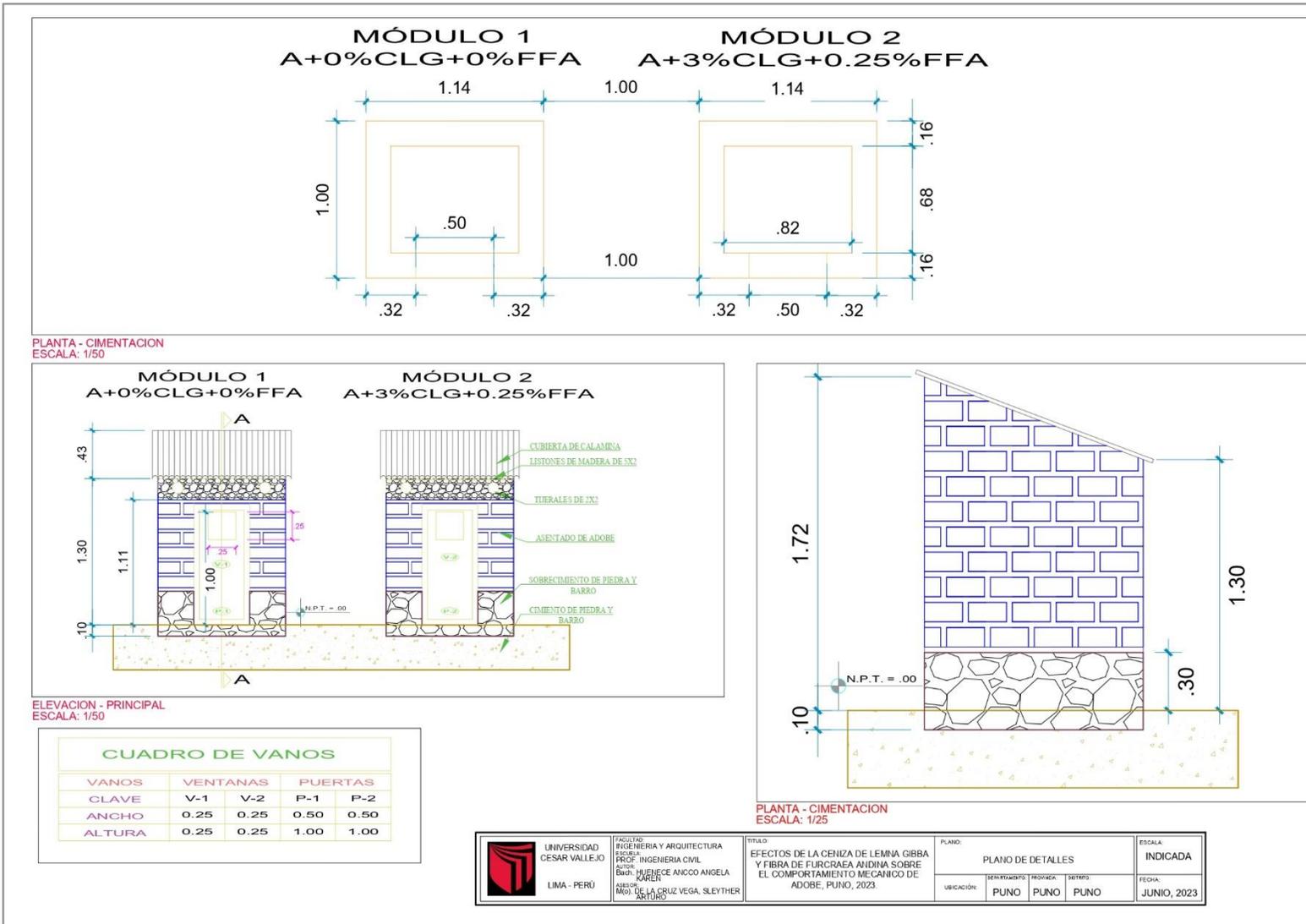


Fotografía 65. *Medición de las temperaturas en los módulos y el exterior*



Fotografía 66. *Medición de las temperaturas en los módulos y el exterior*

Anexo 4. Plano de detalle de los módulos de adobe



Anexo 5. Informe de laboratorio de los ensayos realizados



PROYECTO DE TESIS – ENSAYOS EN LABORATORIO SUNING

BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO

PROYECTO

“EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023”



PERU - 2023



CERTIFICADO DE ENSAYOS REALIZADOS



American
Concrete
Institute

NTP
NORMA TÉCNICA PERUANA



AASHTO
THE VOICE OF TRANSPORTATION

SUNING
LABORATORIO
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO - TOPOGRAFÍA



ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN



American
Concrete
Institute

NTP
NORMA TÉCNICA PERUANA



ASTM INTERNATIONAL

AASHTO
THE VOICE OF TRANSPORTATION

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (Normas Nacionales: NTP 339.128:1999)

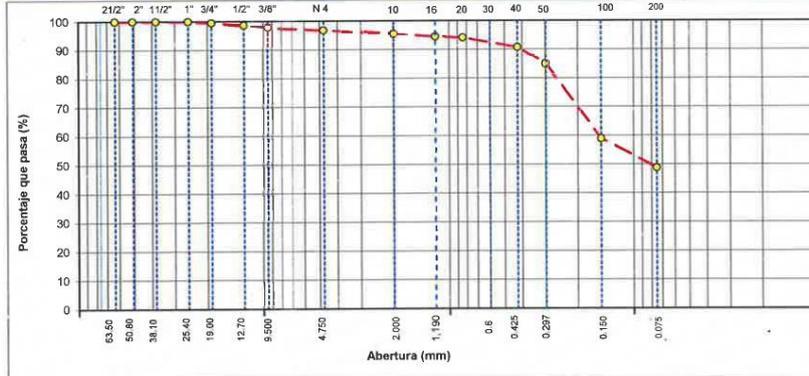
OBRA / PROYECTO : "EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL ADOSBE, PUNO 2023" ING. RESPONSABLE : D.S.H.
 PETICIONARIO : BACH, ANGELA KAREN HUENECE ANCCO F. INGRESO : 11 de Mayo de 2023
 UBICACION : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758 F. EMISION : 13 de Mayo de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : PROPIO NATURAL TAMAÑO MAXIMO : 1"
 LUGAR : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. PESO INICIAL : 5912.3
 CALICATA : 1 FRACCION SECA : 514.7
 MUESTRA : 1 PROFUND. (M.) : ---

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0		%Peso Material >4: 3.2%
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0		% Peso Material <4 96.8%
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		Límite Líquido (LL): 25.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		Límite Plástico (LP): 17.5
3/4"	19.000	30.0	0.5	0.5	99.5		Índice Plástico (IP): 7.5
1/2"	12.700	51.0	0.9	1.4	98.6		Clasificación(SUCS): SC
3/8"	9.500	52.0	0.9	2.2	97.8		Clasific. (AASHTO): A-4 (3)
Nº 4	4.750	54.0	0.9	3.2	96.6		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	5.2	1.0	4.5	95.5		Contenido de Humedad (%): 14.81
Nº 16	1.190	4.8	0.9	5.4	94.6		
Nº 20	0.840	2.1	0.4	5.8	94.2		Índice de Consistencia : 1.36
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	18.2	3.4	9.2	90.8		
Nº 50	0.300	30.5	5.7	15.0	85.0		
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	138.4	26.0	41.0	59.0		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	54.1	10.2	51.2	48.8		
< Nº 200	FONDO	259.3	48.8	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: * Muestras fueron depositas e identificadas por PETICIONARIO en LABORATORIO SUNING.

D.S.H.
 Daniel Sumi Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 O.P. N° 131479

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

003025

LIMITES DE CONSISTENCIA

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA : "EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023"
 ING. RESPONSABLE : D.S.H.
 PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO
 F. EJECUCION : 11 de Mayo de 2023
 UBICACION : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758
 F. EMISION : 13 de Mayo de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : PROPIO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758
 MUESTRA : 1
 PROFUND. (M.) : ---

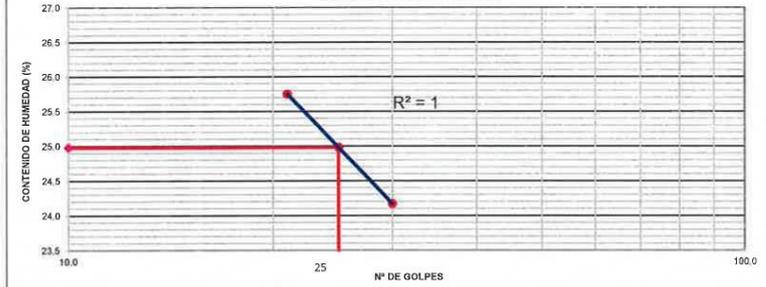
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	73.10	64.78	70.05
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	69.41	61.48	65.78
PESO DE AGUA	(g)	3.69	3.30	4.27
PESO DEL TARRO	(g)	54.14	48.27	49.18
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.27	13.21	16.60
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.17	24.98	25.75
NUMERO DE GOLPES		30	25	21

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	15.21	16.19
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	14.06	14.91
PESO DE AGUA	(g)	1.15	1.28
PESO DEL TARRO	(g)	7.50	7.60
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.56	7.31
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	17.53	17.51

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	25.0
LIMITE PLASTICO	17.5
INDICE DE PLASTICIDAD	7.5

Observaciones:

* Muestras fueron depositas e identificadas por PETICIONARIO en LABORATORIO SUNING.

[Firma]
 Deyvi Sami Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 131479

SUNING
LABORATORIO
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO - TOPOGRAFÍA



COMPRESIÓN DE UNIDADES DE



American
Concrete
Institute

NTP
NORMA TÉCNICA PERUANA



ASTM INTERNATIONAL

AASHTO
THE VOICE OF TRANSPORTATION

S.E.	RCL
NºE.	056

COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
 (Norma Nacional: NTP 399 613:2017)

PROYECTO : EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023
ING. RESPONSABLE: D.S.H.

PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO
F. INGRESO: 16 de Junio de 2023

MUESTRA : ADOBE - (PATRÓN)
F. EMISIÓN: 21 de Junio de 2023

UBICACIÓN : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N.8280334 E. 373758

RNE E.080 ART. 8 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CUBOS)

N°	PROBETA		DIMENSIONES (mm) Alt. x Anch. x Larg.	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	AREA BRUTA (mm ²)	CARGA MAXIMA (Kn)	RESISTENCIA ULTIMA	
	ELEMENTO	CODIGO							f_u (Kg/cm ²)	f_u (Mpa)
1	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (PATRÓN)	A-7	92,3 x 97,3 x 97,3	22/05/2023	19/06/2023	28	9,471	15,9	17,12	1,7
1	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (PATRÓN)	A-8	91,5 x 94,6 x 95,2	22/05/2023	19/06/2023	28	9,009	14,0	15,80	1,5
1	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (PATRÓN)	A-9	89,9 x 96,3 x 96	22/05/2023	19/06/2023	28	9,246	16,1	17,80	1,7
PROMEDIO DE RESISTENCIA ULTIMA f_u									16,9	1,66

Observaciones:

- * Elementos fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.
- * Procedimiento según RNE E.080 PARA COMPRESION
- * Los resultados de este informe están relacionados al espécimen ensayado.
- * Los elementos fueron capeados


 Diana Suni Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 131479

003027

S.E.	RCL
NºE.	057

COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA
 (Norma Nacional: NTP 399.613.2017)

PROYECTO : "EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023" ING. RESPONSABLE: D.S.H.

PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO F. INGRESO: 16 de Junio de 2023

MUESTRA : ADOBE - (FIBRA DE FURCRAEA ANDINA(FFA) + CENIZA DE LEMNA GIBBA(CLG)) F. EMISIÓN: 21 de Junio de 2023

UBICACIÓN : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758

RNE E.080 ART. 8 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CUBOS)

Nº	PROBETA		DIMENSIONES (mm) Alt. x Anch. x Larg.	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	AREA BRUTA (mm ²)	CARGA MAXIMA (Kn)	RESISTENCIA ULTIMA	
	ELEMENTO	CODIGO							f _u (Kg/cm ²)	f _u (Mpa)
1	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (0.25%FFA + 3%CLG)	A-16	85.9 x 93.3 x 93.1	22/05/2023	19/06/2023	28	8,684	16.2	19.00	1.9
1	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (0.25%FFA + 3%CLG)	A-17	88.6 x 95.2 x 95.1	22/05/2023	19/06/2023	28	9,053	16.0	18.02	1.8
1	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (0.25%FFA + 3%CLG)	A-18	87.8 x 94.8 x 95.5	22/05/2023	19/06/2023	28	9,055	13.3	14.95	1.5
PROMEDIO DE RESISTENCIA ULTIMA f_u									17.3	1.70

Observaciones:

- * Elementos fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.
- * Procedimiento según RNE E.080 PARA COMPRESION
- * Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado.
- * Los elementos fueron capeados


 Diana Suni Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 131479

003028

SLAB - Rev. 002 - 2021
LAB. SUNING

COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA (Norma Nacional: NTP 399.613:2017)	S.E. RCL N°E. 058
PAJE 1 - 1	
PROYECTO : EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023	ING. RESPONSABLE: D.S.H.
PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO	F. INGRESO: 16 de Junio de 2023
MUESTRA : ADOBE - (FIBRA DE FURCRAEA ANDINA(FFA) + CENIZA DE LEMNA GIBBA(CLG))	F. EMISIÓN: 21 de Junio de 2023
UBICACIÓN : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758	

RNE E.080 ART. 8 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CUBOS)

N°	PROBETA		DIMENSIONES (mm)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	AREA BRUTA	CARGA MAXIMA	RESISTENCIA ULTIMA	
	ELEMENTO	CODIGO	Alt. x Anch. x Larg			DIAS	(mm ²)	(Kn)	f _u (Kg/cm ²)	f _u (Mpa)
1	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (0.60%FFA + 6%CLG)	A-25	92 x 97.4 x 94.1	22/05/2023	19/06/2023	28	9,164	13.3	14.63	1.5
1	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (0.60%FFA + 6%CLG)	A-26	89.5 x 94.6 x 97.2	22/05/2023	19/06/2023	28	9,196	14.8	16.40	1.6
1	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (0.60%FFA + 6%CLG)	A-27	87.4 x 95.5 x 93.8	22/05/2023	19/06/2023	28	8,958	12.6	14.31	1.4
PROMEDIO DE RESISTENCIA ULTIMA f_u									15.2	1.49

Observaciones:

- * Elementos fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.
- * Procedimiento según **RNE E.080 PARA COMPRESION**
- * Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado.
- * Los elementos fueron capeados


 Dianet Suni Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 131479

003029

S.E.	RCL
NºE.	059

COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
 (Norma Nacional: NTP 399 613:2017)

PROYECTO : "EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023" **ING. RESPONSABLE:** D.S.H.

PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO **F. INGRESO:** 16 de Junio de 2023

MUESTRA : ADOBE - (FIBRA DE FURCRAEA ANDINA(FFA) + CENIZA DE LEMNA GIBBA(CLG)) **F. EMISIÓN:** 21 de Junio de 2023

UBICACIÓN : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8260334 E: 373758

RNE E.080 ART. 8 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CUBOS)

N	PROBETA		DIMENSIONES (mm)	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	AREA BRUTA	CARGA MAXIMA	RESISTENCIA ULTIMA	
	ELEMENTO	CODIGO	Alt. x Anch. x Larg			DIAS	(mm ²)	(kN)	f_u (Kg/cm ²)	f_u (Mpa)
1	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (1.00%FFA + 9%CLG)	A-34	94.4 x 93 x 94.3	22/05/2023	19/06/2023	28	8,773	14,5	16,89	1,7
2	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (1.00%FFA + 9%CLG)	A-35	93.4 x 95.3 x 93.6	22/05/2023	19/06/2023	28	8,940	14,9	16,96	1,7
3	COMPRESIÓN SIMPLE DE LA UNIDAD DE ADOBE - (1.00%FFA + 9%CLG)	A-36	92.3 x 93.2 x 93.8	22/05/2023	19/06/2023	28	8,741	15,2	17,71	1,7
PROMEDIO DE RESISTENCIA ÚLTIMA f_u									17.2	1.69

- Observaciones:**
- * Elementos fueron depositadas e identificadas por el peticionario en LABORATORIO SUNING.
 - * Procedimiento según RNE E.080 PARA COMPRESION
 - * Los resultados de este informe están relacionadas al espécimen ensayado.
 - * Los elementos fueron capeados


 Daniel Sutil Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 R.P. N° 131479

003030

SUNING
LABORATORIO
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO - TOPOGRAFÍA



RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS



American
Concrete
Institute



NORMA TÉCNICA PERUANA ASTM INTERNATIONAL



THE VOICE OF TRANSPORTATION

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA (Norma Nacional: NTP 339.605:2018)		SLAB - Rev. 003 - 2022	
		LAB. SUNING	
		S.E.	RPL
		N°E.	025
PÁG. 1 - 1			
OBRAS	*EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023		ING. RESPONSABLE: D.S.H.
PETICIONARIO	: BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO		F. INGRESO: 16 de Junio de 2023
MUESTRA	: ADOBE - (PATRÓN)		F. EMISIÓN: 21 de Junio de 2023
UBICACIÓN	: ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758		

RNE E.080 ART. 8 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (RESISTENCIA DEL MURETE A LA COMPRESIÓN)																	
N°	MATERIA PRIMA	CODIGO	DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA			RELACION tp/tp	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	FACTOR DE CORRECCION RNE E.080 VIGENTE	AREA BRUTA (cm ²)	FUERZA (Kn)	FUERZA (Kg)	MODO DE FALLA	ESFUERZO DE COMPRESION ADMISIBLE f _m (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ULTIMA	
			Alto de Pila H(cm)	Longitud de la Unidad l(cm)	Ancho de la Unidad B(cm)											f _m (Kg/cm ²)	f _m (Mpa)
1	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (PATRON)	A-1	28.50	30.04	15.04	1.90	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	451.76	37.39	3812.73	---	8.44	3.38	0.33
2	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (PATRON)	A-2	28.68	29.13	14.51	1.98	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	422.60	52.47	5950.47	---	12.66	5.06	0.50
3	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (PATRON)	A-3	28.63	29.03	14.14	2.02	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	410.34	57.04	5816.48	---	14.17	5.67	0.56
PROMEDIO DE RESISTENCIA ULTIMA, f_m															4.70	0.46	

- Observaciones:**
- * Los prismas fueron capeado por ambas caras.
 - * Resistencia Ultima del prisma f_m = 0.40 f_m (RNE E.080)
 - * Los resultados de este informe estan relacionados al espécimen ensayado.



Daniel Suni Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 131479

003031

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA
 (Norma Nacional: NTP 339.605.2018)

SLAB - Rev. 003 - 2022
 LAB. SUNING
 S.E. RPL
 N°E. 026
 PAG 1 - 1

OBRA : "EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023" ING. RESPONSABLE: D.S.H.

PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO F. INGRESO: 16 de Junio de 2023

MUESTRA : ADOBE - (FIBRA DE FURCRAEA ANDINA(FFA) + CENIZA DE LEMNA GIBBA(CLG)) F. EMISIÓN: 21 de Junio de 2023

UBICACIÓN : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758

RNE E.080 ART. 8 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (RESISTENCIA DEL MURETE A LA COMPRESIÓN)																	
N°	MATERIA PRIMA	CODIGO	DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA			RELACION hp/tp	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	FACTOR DE CORRECCION RNE E.080 VIGENTE	AREA BRUTA (cm ²)	FUERZA (Kn)	FUERZA (Kg)	MODO DE FALLA	ESFUERZO DE COMPRESION ADMISIBLE f _m (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ULTIMA	
			Alto de Pila H(cm)	Longitud de la Unidad L(mm)	Ancho de la Unidad B(mm)											f _m (Kg/cm ²)	f _m (Mpa)
1	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (0.25%FFA + 3%CLG)	A-10	26.20	29.11	14.15	1.85	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	411.94	47.55	4848.77	---	11.77	4.71	0.46
2	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (0.25%FFA + 3%CLG)	A-11	26.50	29.05	14.06	1.89	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	408.30	46.29	4720.28	---	11.56	4.62	0.45
3	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (0.25%FFA + 3%CLG)	A-12	26.75	29.01	14.11	1.90	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	409.26	49.51	5048.63	---	12.34	4.93	0.48
PROMEDIO DE RESISTENCIA ULTIMA , f_m															4.76	0.47	

Observaciones:
 * Los prismas fueron capeado por ambas caras.
 * Resistencia última del prisma $f_m = 0.40 f'_m$ (RNE E.080)
 * Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado.


 Diana Susi Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 O.P. N° 131479

033032

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA
 (Norma Nacional: NTP 339.605.2018)

SLAB - Rev. 003 - 2022

LAB. SUNING

S.E. RPL

N°E. 027

PAGE 1 - 1

OBRA : "EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023" ING. RESPONSABLE: D.S.H.

PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO F. INGRESO: 16 de Junio de 2023

MUESTRA : ADOBE - (FIBRA DE FURCRAEA ANDINA(FFA) + CENIZA DE LEMNA GIBBA(CLG)) F. EMISIÓN: 21 de Junio de 2023

UBICACIÓN : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758

RNE E.080 ART. 8 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (RESISTENCIA DEL MURETE A LA COMPRESIÓN)

N°	MATERIA PRIMA	CODIGO	DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA			RELACION hp/tp	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	FACTOR DE CORRECCION RNE E.080 VIGENTE	AREA BRUTA (cm ²)	FUERZA (Kn)	FUERZA (Kg)	MODO DE FALLA	ESFUERZO DE COMPRESION ADMISIBLE f _m (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ULTIMA	
			Alto de Pila H(cm)	Longitud de la Unidad l(cm)	Ancho de la Unidad t(cm)											f _m (Kg/cm ²)	f _m (Mpa)
1	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (0.50%FFA + 6%CLG)	A-19	26.63	30.62	15.38	1.73	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	470.82	34.64	3532.31	---	7.50	3.00	0.29
2	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (0.50%FFA + 6%CLG)	A-20	27.28	30.46	15.12	1.80	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	460.48	31.50	3212.12	---	6.98	2.79	0.27
3	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (0.50%FFA + 6%CLG)	A-21	27.30	30.37	15.08	1.81	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	458.02	30.76	3136.66	---	6.85	2.74	0.27
PROMEDIO DE RESISTENCIA ULTIMA , f_m															2.84	0.28	

Observaciones:

- * Los prismas fueron capeado por ambas caras.
- * Resistencia última del prisma $f_m = 0.40 f'_m$ (RNE E.080)
- * Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado.


 Diana Sumi Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 131479

003033

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA
 (Norma Nacional: NTP 339.605:2018)

SLAB - Rev. 003 - 2022

LAB. SUNING

S.E.

RPL

N°E.

028

PAG 1 - 1

OBRA : "EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023"

ING. RESPONSABLE: D.S.H

PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO

F. INGRESO: 16 de Junio de 2023

MUESTRA : ADOBE - (FIBRA DE FURCRAEA ANDINA(FFA) + CENIZA DE LEMNA GIBBA(CLG))

F. EMISIÓN: 21 de Junio de 2023

UBICACIÓN : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758

RNE E.080 ART. 8 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (RESISTENCIA DEL MURETE A LA COMPRESIÓN)

N°	MATERIA PRIMA	CODIGO	DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA			RELACION hp/tp	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	FACTOR DE CORRECCION RNE E.080 VIGFNTF	AREA BRUTA (cm ²)	FUERZA (Kn)	FUERZA (Kg)	MODO DE FALLA	ESFUERZO DE COMPRESION ADMISIBLE f_m (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ULTIMA	
			Alto de Pila H(cm)	Longitud de la Unidad l(cm)	Ancho de la Unidad a(cm)											f_m (Kg/cm ²)	f_m (Mpa)
1	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (1.00%FFA + 9%CLG)	A-28	26.75	30.17	15.01	1.78	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	452.78	39.15	3992.20	---	8.82	3.53	0.35
2	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (1.00%FFA + 9%CLG)	A-29	27.88	30.63	15.23	1.83	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	466.61	38.26	3901.45	---	8.36	3.34	0.33
3	COMPRESION AXIAL EN PRISMAS DE ADOBE - (1.00%FFA + 9%CLG)	A-30	27.15	30.14	15.13	1.79	22/05/2023	19/06/2023	28	0.40	456.13	36.56	3728.10	---	8.17	3.27	0.32
PROMEDIO DE RESISTENCIA ULTIMA, f_m															3.38	0.33	

Observaciones:

- * Los prismas fueron capeado por ambas caras.
- * Resistencia última del prisma $f_m = 0.40 f'_m$ (RNE E.080)
- * Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado.


 Diana S. Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 131479

003034

SUNING
LABORATORIO
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO - TOPOGRAFÍA



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA



American
Concrete
Institute

NTP
NORMA TÉCNICA PERUANA



ASTM INTERNATIONAL

AASHTO
THE VOICE OF TRANSPORTATION

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO)
 (Normas Internacionales: ASTM C78/C78M-18)

LAB. SUNING	
S.E.	RFC
N°E.	025

OBRA : "EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023

ING. RESPONSABLE : D.S.H.

PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO

F. INGRESO : 16 de Junio de 2023

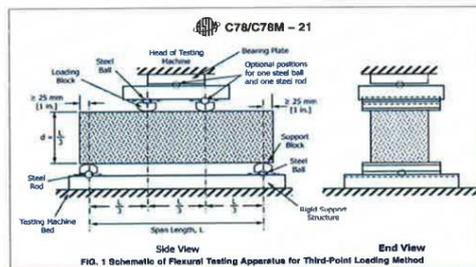
UBICACIÓN : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758

F. EMISIÓN : 21 de Junio de 2023

RNE E.000 ART. 9 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (RESISTENCIA DE MUROS A TRACCIÓN POR FLEXIÓN)														
N°	VIGA		FECHA		EDAD (Días)	LONGITUD DE LA MUESTRA (mm)	ANCHO DE LA SECCIÓN DE PRUEBA (b) (mm)	PROFUNDIDAD DE LA SECCIÓN DE PRUEBA (d) (mm)	LONGITUD DEL TRAMO - LUZ LIBRE (L) (mm)	CARGA MÁXIMA (P) (N)	MEDICIÓN LINEAL DE LA FRACTURA (mm)	MÓDULO DE RUPTURA ROTURA (R)		UBICACIÓN DE FALLA
	ELEMENTO	CÓDIGO	VACIADO	ROTURA								(kg/cm ²)	(Mpa)	
1	ADOBE - PATRON	A-4	19/05/2023	16/06/2023	28	302	152	85	260	6150	152.2	14.9	1.46	TERCIO CENTRAL
2	ADOBE - PATRON	A-5	19/05/2023	16/06/2023	28	303	153	80	260	6390	142.0	17.3	1.70	TERCIO CENTRAL
3	ADOBE - PATRON	A-6	19/05/2023	16/06/2023	28	302	155	87	260	6080	132.0	13.8	1.35	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DE MÓDULO DE RUPTURA ROTURA (R)											15.3	1.50		

Observaciones: * Especímenes fueron depositadas e identificadas por el peticionario en LABORATORIO SUNING.
 * Especímenes artesanales

[Firma]
 Suni Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 131479



003035

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO)
 (Normas Internacionales: ASTM C78/C78M-18)

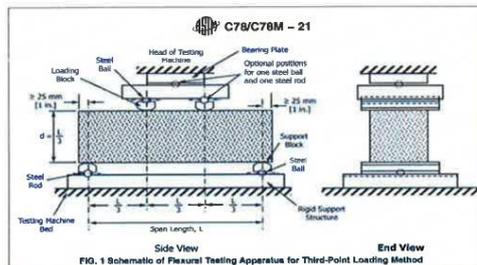
LAB. SUNING	
S. E.	RFC
N.º E.	026

OBRA : "EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023" ING. RESPONSABLE : D.S.H.
 PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO F. INGRESO : 16 de Junio de 2023
 UBICACIÓN : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758 F. EMISIÓN : 21 de Junio de 2023

RNE E.080 ART. 8 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (RESISTENCIA DE MUROS A TRACCIÓN POR FLEXIÓN)														
Nº	VIGA	FECHA	EDAD	LONGITUD DE LA MUESTRA	ANCHO DE LA SECCIÓN DE PRUEBA (b)	PROFUNDIDAD DE LA SECCIÓN DE PRUEBA (d)	LONGITUD DEL TRAMO DE LUZ LIBRE (L)	CARGA MÁXIMA (P)	MEDICIÓN LINEAL DE LA FRACTURA	MÓDULO DE RUPTURA ROTURA (R)	UBICACIÓN DE FALLA			
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA (Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(mm)	(kg/cm2)	(Mpa)			
1	ADOBE - (0.25%FFA + 3%CLG)	A-13	19/05/2023	16/06/2023	28	302	152	79	260	8040	140.0	22.4	2.20	TERCIO CENTRAL
2	ADOBE - (0.25%FFA + 3%CLG)	A-14	19/05/2023	16/06/2023	28	303	150	81	260	7080	135.0	18.9	1.85	TERCIO CENTRAL
3	ADOBE - (0.25%FFA + 3%CLG)	A-15	19/05/2023	16/06/2023	28	301	151	79	260	7370	130.0	20.7	2.03	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DE MÓDULO DE RUPTURA ROTURA (R)										20.7	2.03			

Observaciones: * Especímenes fueron depositadas e identificadas por el peticionario en LABORATORIO SUNING.
 * Especímenes artesanales

[Signature]
 Daniel Suni Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 131479



Este documento es propiedad de SUNING E.I.R.L. y no debe ser reproducido, copiado, distribuido o utilizado en cualquier forma sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.
 Si se reproduce o utiliza este documento sin la autorización de SUNING E.I.R.L., se hace responsable de cualquier daño o perjuicio que se derive de ello.
 Este documento es una copia impresa, con todos los derechos reservados. No debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de conformidad de servicios.

003036

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO)
 (Normas Internacionales: ASTM C78/C78M-18)

LAB. SUNING	
S. E.	RFC
N° E.	027

OBRA : "EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023

ING. RESPONSABLE : D.S.H.

PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO

F. INGRESO : 16 de Junio de 2023

UBICACIÓN : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758

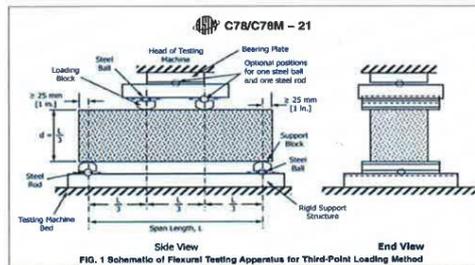
F. EMISIÓN : 21 de Junio de 2023

RNE E.080 ART. 8 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (RESISTENCIA DE MUROS A TRACCIÓN POR FLEXIÓN)

N°	VIGA		FECHA		EDAD (Días)	LONGITUD DE LA MUESTRA (mm)	ANCHO DE LA SECCIÓN DE PRUEBA (b) (mm)	PROFUNDIDAD DE LA SECCIÓN DE PRUEBA (d) (mm)	LONGITUD DEL TRAMO - LUZ LIBRE (L) (mm)	CARGA MÁXIMA (P) (N)	MEDICIÓN LINEAL DE LA FRACTURA (mm)	MÓDULO DE RUPTURA ROTURA (R)		UBICACIÓN DE FALLA
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA								(kg/cm ²)	(Mpa)	
1	ADOBE - (0.50%FFA + 6%CLG)	A-22	19/05/2023	16/06/2023	28	301	157	82	260	6350	135.0	16.0	1.57	TERCIO CENTRAL
2	ADOBE - (0.50%FFA + 6%CLG)	A-23	19/05/2023	16/06/2023	28	303	153	84	260	6350	130.0	15.7	1.54	TERCIO CENTRAL
3	ADOBE - (0.50%FFA + 6%CLG)	A-24	19/05/2023	16/06/2023	28	301	153	79	260	6270	125.0	17.3	1.69	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DE MÓDULO DE RUPTURA ROTURA (R)												16.3	1.60	

Observaciones: * Especímenes fueron depositadas e identificadas por el peticionario en LABORATORIO SUNING.
 * Especímenes artesanales


 Daniel Sani Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 R.P. N° 131479



003037

Este documento es una copia de un documento original. No se debe utilizar este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.
 Este documento es una copia de un documento original. No se debe utilizar este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.
 This document is a copy of an original document. It should not be used without the written authorization of SUNING E.I.R.L.
 This document is a copy of an original document. It should not be used without the written authorization of SUNING E.I.R.L.

SLAB - Rev. 001 - 2021

LAB. SUNING

S.E.	RFC
N°E.	028

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO)
 (Normas Internacionales: ASTM C78/C78M-18)

OBRA : "EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE, PUNO 2023

ING. RESPONSABLE : D.S.H.

PETICIONARIO : BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO

F. INGRESO : 16 de Junio de 2023

UBICACIÓN : ILO ILO - JULIACA - PUNO / COORD APROX. N:8280334 E: 373758

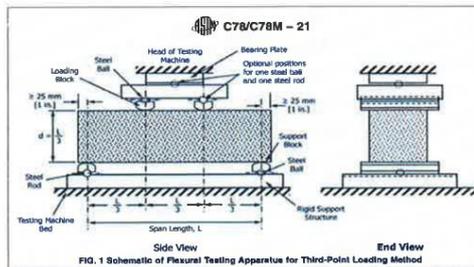
F. EMISIÓN : 21 de Junio de 2023

RNE E.080 ART. 8 (TIERRA REFORZADA) - ESFUERZO DE ROTURA MÍNIMO - ENSAYO DE LABORATORIO (RESISTENCIA DE MUROS A TRACCIÓN POR FLEXIÓN)

N°	VIGA		FECHA		EDAD (Días)	LONGITUD DE LA MUESTRA (mm)	ANCHO DE LA SECCIÓN DE PRUEBA (b) (mm)	PROFUNDIDAD DE LA SECCIÓN DE PRUEBA (d) (mm)	LONGITUD DEL TRAMO DE LUZ LIBRE (L) (mm)	CARGA MÁXIMA (P) (N)	MEDICIÓN LINEAL DE LA FRACTURA (mm)	MÓDULO DE RUPTURA ROTURA (R)		UBICACIÓN DE FALLA
	ELEMENTO	CÓDIGO	VACIADO	ROTURA								(kg/cm ²)	(Mpa)	
1	ADOBE - (1.00%FFA + 9%CLG)	A-31	19/05/2023	16/06/2023	28	301	152	83	260	7430	130.0	18.7	1.84	TERCIO CENTRAL
2	ADOBE - (1.00%FFA + 9%CLG)	A-32	19/05/2023	16/06/2023	28	303	152	82	260	7460	125.0	19.4	1.90	TERCIO CENTRAL
3	ADOBE - (1.00%FFA + 9%CLG)	A-33	19/05/2023	16/06/2023	28	302	150	82	260	6980	120.0	18.4	1.81	TERCIO CENTRAL
PROMEDIO DE MÓDULO DE RUPTURA ROTURA (R)												18.9	1.85	

Observaciones: * Especímenes fueron depositados e identificados por el peticionario en LABORATORIO SUNING.
 * Especímenes artesanales

[Firma]
 Elnat Sumi Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 131479



Este documento es propiedad de SUNING E.I.R.L. y su reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L. es estrictamente prohibida. No se permite la explotación económica ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados. Este documento no puede utilizarse, en ningún caso, como un certificado de conformidad de productos o certificados de conformidad con normas de calidad.

003038

SUNING
LABORATORIO
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO - TOPOGRAFÍA



ENSAYOS FISICO - QUIMICO



American
Concrete
Institute

NTP
NORMA TÉCNICA PERUANA



ASTM INTERNATIONAL

AASHTO
THE VOICE OF TRANSPORTATION

ENSAYOS FISICO - QUIMICO (SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA)		SLAB - Rev. 001 - 2022
		LAB. SUNING
		S.E. : EFQ
		N° E. : 008
		PAG 1 - 1
OBRA / PROYECTO	: EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMNA GIBBA Y FIBRA DE FURCRAEA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL ADOBE, PUNO 2023	ING. RESPONSABLE : D.S.H.
PETICIONARIO	: BACH. ANGELA KAREN HUENECE ANCCO	F. INGRESO : 16 de Junio de 2023
UBICACION	: LAGO TITICACA - PUNO - PUNO	F. EMISION : 21 de Junio de 2023

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	: CENIZA DE LEMNA GIBBA		
LUGAR	: PUNO - PUNO - PUNO	PRESENTACION	: MOLIDO
CALICATA	: ---	METODO	: VARIOS
MUESTRA	: N°01	PROFUND. (M.)	: ---

N°	PARAMETRO	UNIDAD	METODO	RESULTADO
1	Potencial de Hidrogeno	-	Electrométrico	11.61
2	Conductividad eléctrica	mS/cm	Electrométrico	29.9
3	Solidos totales disueltos	ppm	Electrométrico	897
4	Dureza total	ppm	Dilución SM 2340 C	128
5	Sulfatos	ppm	NTP 339.178	150
6	Calcio	ppm	Dilución SM 3500 Ca	25
7	Cloruros	ppm	NTP 339.177	3500

Observaciones: * Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



Dianet Suni Huaracha
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 131479

* Está estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

003039

www.suningeirl.com
 suningeirl@gmail.com

930 359 498 JULIACA - PERÚ

Anexo 6. Ensayo de elasticidad de la fibra de Furcraea andina



MODULO DE ELASTICIDAD DE MATERIALES

Codigo : EJ.IDE.101
 Versión : 1.0
 Fecha : 01-01-23
 Pagina : 1 de 1

DATOS GENERALES

PROYECTO: EFECTOS DE LA CENIZA DE LEMMA GIBBA Y FIBRA DE FURCREA ANDINA SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBRE, PUNO 2023
 UBICACIÓN: PUNO - PUNO
 CLIENTE: HUENECE ANCCO, ANGELA KAREN
 EXPEDIENTE : POS.259.01
 REGISTRO : EJ.259.CDI.005
 FECHA : 28-05-2023

DATOS DE MUESTRA

DESCRIPCIÓN: FIBRA DE FURCREA
 UBICACIÓN: LABORATORIO CONGEOMAT
 MUESTRA: 01
 ECEPCIÓN DE MUESTRA : 30-05-2023
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 01-06-2023
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO : 02-06-2023

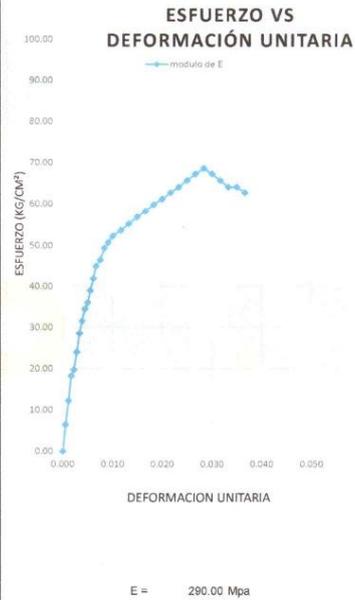
DATOS DEL ESPÉCIMEN

DATOS DEL ESPÉCIMEN		ESPÉCIMEN 01	
Diametro (D)	(mm)		1
Area (A)	(mm ²)		0.15
Area (A)	(cm ²)		0.02
Longitud inicial (L)	(mm)		150.00

ESPÉCIMEN 01

Deformación (mm)	Deformación unitaria (mm/mm)	Fuerza aplicada (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Elasticidad (Kg/cm ²)	Elasticidad (Mpa)
0.00	0.000	0.0000	0.00	0.00	0.000
0.08	0.001	0.0011	6.42	383.13	35.611
0.17	0.001	0.0022	12.29	695.53	68.208
0.25	0.002	0.0032	18.20	1028.84	100.993
0.33	0.002	0.0035	19.76	1118.22	109.860
0.42	0.003	0.0043	24.07	1362.23	133.589
0.50	0.003	0.0051	28.59	1617.77	158.649
0.58	0.004	0.0056	31.54	1784.93	175.041
0.67	0.004	0.0061	34.50	1952.08	191.434
0.75	0.005	0.0064	36.06	2040.46	200.101
0.83	0.006	0.0069	39.01	2207.62	216.494
0.92	0.006	0.0074	41.97	2374.78	232.886
1.00	0.007	0.0079	44.89	2540.01	249.090
1.13	0.008	0.0082	46.45	2628.39	257.757
1.25	0.008	0.0087	49.40	2795.55	274.150
1.37	0.009	0.0090	50.79	2874.33	281.875
1.50	0.010	0.0093	52.36	2962.71	290.542
1.75	0.012	0.0095	53.71	3038.56	298.079
2.00	0.013	0.0098	55.28	3127.94	306.746
2.25	0.015	0.0101	56.87	3218.25	315.602
2.50	0.017	0.0103	58.23	3295.10	323.139
2.75	0.018	0.0106	59.79	3383.48	331.806
3.00	0.020	0.0108	61.18	3462.26	339.531
3.25	0.022	0.0111	62.75	3550.64	348.199
3.50	0.023	0.0113	64.10	3627.49	355.735
3.75	0.025	0.0116	65.70	3717.79	364.591
4.00	0.027	0.0119	67.26	3806.18	373.258
4.25	0.028	0.0121	68.62	3883.03	380.795
4.50	0.030	0.0119	67.26	3806.18	373.258
4.75	0.032	0.0116	65.70	3717.79	364.591
5.00	0.033	0.0113	64.10	3627.49	355.735
5.25	0.035	0.0113	64.10	3627.49	355.735
5.50	0.037	0.0111	62.75	3550.64	348.199

Gráfico



OBSERVACIONES:

- Muestra proporcionada por el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
 John Perí y Paricahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
 John Perí y Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
 Telf.: (051) 405295
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
 RUC:20606413263



Anexo 7. Certificados de calibración



CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



American
Concrete
Institute

NTP
NORMA TÉCNICA PERUANA



ASTM INTERNATIONAL

AASHTO
THE VOICE OF TRANSPORTATION



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 521F-2023 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2023-04-27

1. SOLICITANTE : CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L
 AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

DIRECCIÓN : CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : SE602F

NÚMERO DE SERIE : B528438335

ALCANCE DE INDICACIÓN : 600 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : SLAB-E-011

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-04-18

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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.

G & L LABORATORIO 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. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 011 4ta Edición, 2010: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INDECOPI.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS DE CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L
 AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Gilmer Antonio Huamán Pognioma
 Responsable del Laboratorio de Metrología



Correos:
 laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
 servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
 Urb. Santa Elisa II Etapa
 Los Olivos - Lima

Teléfono:
 (01) 622 - 58 - 14

Celular:
 992 - 302 - 883
 927 - 603 - 430



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.8 °C	19.8 °C
Humedad Relativa	46 %	46 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 288 - 2022

7. OBSERVACIONES

Para 600 g la balanza indicó 599.94 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Temp. (°C)					
	Inicial 19.8			Final 19.8		
Nº	Carga L1= 300.00 g			Carga L2= 600.00 g		
	I(g)	Δ L (g)	E (g)	I(g)	Δ L (g)	E (g)
1	300.00	0.005	0.000	599.96	0.003	-0.038
2	300.00	0.005	0.000	599.96	0.005	-0.040
3	300.00	0.007	-0.002	599.96	0.005	-0.040
4	300.00	0.003	0.002	599.96	0.005	-0.040
5	300.00	0.007	-0.002	599.96	0.003	-0.038
6	300.00	0.007	-0.002	599.96	0.003	-0.038
7	300.00	0.007	-0.002	599.96	0.005	-0.040
8	300.00	0.004	0.001	599.96	0.004	-0.039
9	300.00	0.005	0.000	599.96	0.004	-0.039
10	300.00	0.004	0.001	599.96	0.004	-0.039
Diferencia Máxima			0.004			
Error máximo permitido ±			0.1 g	± 0.2 g		

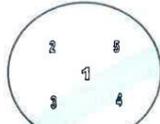


Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios.gylaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima (g)	l (g)	Δ L (g)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E _c (g)
1	1.00	0.99	0.004	-0.009	200.00	200.00	0.002	0.003	0.012
2		0.99	0.006	-0.011		200.00	0.005	0.000	0.011
3		0.99	0.008	-0.013		200.00	0.006	-0.001	0.012
4		1.00	0.003	0.002		200.00	0.008	-0.003	-0.005
5		1.00	0.004	0.001		200.00	0.004	0.001	0.000

Temp. (°C) Inicial: 19.8 Final: 19.8

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 100 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (g)	E (g)	E _c (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	E _c (g)	
1.00	0.99	0.005	-0.010						0.1
2.00	1.99	0.004	-0.009	0.001	1.99	0.007	-0.012	-0.002	0.1
5.00	4.99	0.006	-0.011	-0.001	4.99	0.004	-0.009	0.001	0.1
10.00	10.00	0.005	0.000	0.010	10.00	0.006	-0.001	0.009	0.1
20.00	20.00	0.004	0.001	0.011	20.00	0.005	0.000	0.010	0.1
50.00	50.00	0.004	0.001	0.011	50.00	0.004	0.001	0.011	0.1
100.00	100.00	0.005	0.000	0.010	100.00	0.007	-0.002	0.008	0.1
200.00	200.00	0.008	-0.003	0.007	200.00	0.006	-0.001	0.009	0.1
400.00	399.99	0.006	-0.011	-0.001	399.99	0.004	-0.009	0.001	0.1
500.00	499.98	0.005	-0.020	-0.010	499.98	0.007	-0.022	-0.012	0.1
600.00	599.97	0.008	-0.033	-0.023	599.97	0.005	-0.030	-0.020	0.2

Temp. (°C) Inicial: 19.8 Final: 19.8

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,376E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,968E-08 \times R^2 + 603E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E⁰⁵ = 10⁻⁵)



Correos: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 58 - 14

Celular: 992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 51BB-2023 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2023-04-27

1. SOLICITANTE : CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L

DIRECCIÓN : AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R21PE30ZH

NÚMERO DE SERIE : 8340270116

ALCANCE DE INDICACIÓN : 15000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.5 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : SLAB-E-008

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-04-18

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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.

G & L LABORATORIO 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. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS DE CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L
AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Gilmer Antonio Huamán Pooqlloma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios.gylaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	18,5 °C	18,5 °C
Humedad Relativa	43 %	43 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 288 - 2022 CM - 1864 - 2022 CM - 1865 - 2022

7. OBSERVACIONES

Para 15000 g. la balanza indicó 15001.5 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 18.5			Final 18.5		
	Carga L1= 7,500.0 g			Carga L2= 15,000.0 g		
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)
1	7,500.0	0.4	-0.2	15,000.0	0.4	-0.2
2	7,500.0	0.5	-0.3	15,000.0	0.4	-0.2
3	7,500.0	0.4	-0.2	15,000.0	0.3	-0.1
4	7,500.0	0.4	-0.2	15,000.0	0.4	-0.2
5	7,500.0	0.4	-0.2	15,000.0	0.5	-0.3
6	7,500.0	0.5	-0.3	15,000.0	0.5	-0.3
7	7,500.0	0.4	-0.2	15,000.0	0.6	-0.4
8	7,500.0	0.5	-0.3	15,000.0	0.5	-0.3
9	7,500.0	0.4	-0.2	15,000.0	0.6	-0.4
10	7,500.0	0.4	-0.2	15,000.0	0.5	-0.3
Diferencia Máxima	0.1			0.3		
Error Máximo permitido ±	0.3 g			± 0.3 g		



Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios.gylaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores MZ. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Carga mínima (g)	Determinación de E ₀			Determinación del Error corregido				
		l(g)	ΔL(g)	E ₀ (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)
1	10.0	10.0	0.4	-0.2	5,000.0	5,000.0	0.4	-0.2	0.0
2		10.0	0.5	-0.3		5,000.0	0.4	-0.2	0.1
3		9.5	0.6	-0.9		5,000.5	0.6	0.2	1.0
4		9.5	0.5	-0.8		5,000.0	0.4	-0.2	0.6
5		9.5	0.4	-0.7		4,999.5	0.4	-0.7	0.0

Temp. (°C) Inicial: 18.5 Final: 18.5

(*) valor entre 0 y 10 e Error máximo permitido: ± 0.3 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	
10.0	10.0	0.5	-0.3						0.1
20.0	20.0	0.6	-0.4	-0.1	20.0	0.5	-0.3	0.0	0.1
50.0	50.0	0.5	-0.3	0.0	50.0	0.4	-0.2	0.1	0.1
100.0	100.0	0.4	-0.2	0.1	100.0	0.5	-0.3	0.0	0.2
500.0	500.0	0.5	-0.3	0.0	500.0	0.5	-0.3	0.0	0.3
1,000.0	1,000.0	0.5	-0.3	0.0	1,000.0	0.6	-0.4	-0.1	0.3
2,000.0	2,000.0	0.5	-0.3	0.0	2,000.0	0.5	-0.3	0.0	0.3
5,000.0	5,000.0	0.5	-0.3	0.0	5,000.0	0.6	-0.4	-0.1	0.3
7,500.0	7,500.0	0.6	-0.4	-0.1	7,500.0	0.5	-0.3	0.0	0.3
10,000.0	10,000.5	0.6	0.2	0.4	10,000.5	0.6	0.2	0.4	0.3
15,000.0	15,000.0	0.6	-0.4	-0.1	15,000.0	0.6	-0.4	-0.1	0.3

Temp. (°C) Inicial: 18.5 Final: 18.5

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 490E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{515E-04 \text{ g}^2 + 4,218E-12 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05)





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 50F3-2023 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2023-04-27

1. SOLICITANTE : CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L

DIRECCIÓN : AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R2000

NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 10 g

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : SLAB-E-010

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-04-18

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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.

G & L LABORATORIO 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. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS DE CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L
AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Gilmer Antonio Huamán Poodioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Correos:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	17.0 °C	17.0 °C
Humedad Relativa	53 %	53 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 288 - 2022 CM - 1864 - 2022 CM - 1865 - 2022 CM - 1866 - 2022

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g. la balanza indicó 29996 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
	f(g)	ΔL(g)	E(g)	f(g)	ΔL(g)	E(g)
1	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
2	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
3	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.5	0.0
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
6	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
7	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
8	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
10	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
Diferencia Máxima			0.1	0.1		
Error máximo permitido ±			20 g	± 30 g		

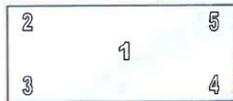


Correos:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(g)	E ₀ (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.5	0.0	0.0
2		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1
3		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0
4		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0
5		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1

(*) valor entre 0 y 10 e

Temp. (°C) Inicial 17.0 Final 17.0
Error máximo permitido: ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	
10	10	0.5	0.0		20	0.5	0.0	0.0	10
20	20	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	500	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	5,000	0.5	0.0	0.0	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	10,000	0.5	0.0	0.0	20
10,000	10,000	0.5	0.0	0.0	15,000	0.5	0.0	0.0	20
15,000	15,000	0.5	0.0	0.0	20,000	0.5	0.0	0.0	20
20,000	20,000	0.6	-0.1	-0.1	25,000	0.6	-0.1	-0.1	30
25,000	25,000	0.6	-0.1	-0.1	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30
30,000	30,000	0.7	-0.2	-0.2					

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 379E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 045E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



Correos: laboratoriogyllaboratorio@gmail.com
servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 58 - 14

Celular: 992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 508F-2023 GLML

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2023-04-27

1. SOLICITANTE : CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L

DIRECCIÓN : AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN – JULIACA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE MANUAL

MARCA	: NO PRESENTA	PROCEDENCIA	: NO PRESENTA
MODELO	: NO PRESENTA	IDENTIFICACIÓN	: SLAB-E-002
NÚMERO DE SERIE	: NO PI	TIPO	: MANUAL
ALCANCE DE DIV. DE ESCALA	: 0 a 99999 VUELTAS	UBICACIÓN	: LABORATORIO
FECHA DE VERIFICACIÓN	: 2023-04-18		

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN

La verificación se realizó en el LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS DE CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L.

AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN – JULIACA

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	20.7	20.7
Humedad Relativa %HR	45	45

6. TRAZABILIDAD

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

7. OBSERVACIONES

(*) Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.

El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	290,68	g
Espesor de la copa	2,20	mm
Profundidad de la copa	30,34	mm
Altura de la base	51,15	mm
Ancho de la base	124,89	mm
Longitud de la base	154,98	mm

Téc. *Gilmer Antonio Huaman Poquioma*
Responsable del Laboratorio de Metrología.

G & L LABORATORIO S.A.C

TRAZABILIDAD: G&L LABORATORIO S.A.C. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(*) Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

Correos:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°5283-2023 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2023-04-27

- 1. SOLICITANTE** : CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L
AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB.
- DIRECCIÓN** : LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN – JULIACA
- 2. EQUIPO DE MEDICIÓN:** HORNO ELÉCTRICO
- MARCA** : KAIZA CORP
MODELO : ATHX-1A
NÚMERO DE SERIE : 200614
PROCEDENCIA : NO PRESENTA
IDENTIFICACIÓN : SLAB-E-014
UBICACIÓN : LABORATORIO

Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : Digital
Alcance de Indicación : 1 °C a 300 °C
División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2023-00-00

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS DE CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	22.4	22.5
Humedad Relativa %HR	31	31

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas	CT - 0657 - 2022

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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.

G & L LABORATORIO 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.





7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE CALIBRACIÓN 110 °C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	112.9	114.4	108.6	109.7	112.6	108.4	109.8	110.0	112.1	107.4	110.6	7
02	110.0	112.8	114.3	108.3	109.6	112.7	108.8	109.7	110.0	112.1	107.5	110.6	6.8
04	110.0	112.8	114.4	108.5	109.7	112.6	108.5	109.8	110.1	112.2	107.7	110.6	6.7
06	110.0	112.6	114.5	108.7	109.7	112.6	108.6	109.9	110.1	112.2	107.4	110.6	7.1
08	110.0	112.8	114.4	108.6	109.5	112.7	108.6	109.7	110.0	112.2	107.7	110.6	6.7
10	110.0	112.9	114.5	108.9	109.7	112.9	108.6	109.8	110.2	112.1	107.6	110.7	6.9
12	110.0	112.9	114.6	108.9	109.9	112.8	108.5	109.8	110.2	112.0	107.5	110.7	7.1
14	110.0	112.7	114.4	109.0	109.7	112.8	108.5	109.6	109.9	111.9	107.3	110.6	7.1
16	110.0	112.8	114.4	108.8	109.8	112.7	108.6	109.7	109.9	111.9	107.4	110.6	7
18	110.0	112.6	114.4	108.8	109.6	112.6	108.4	109.7	109.9	112.1	107.4	110.6	7
20	110.0	112.9	114.5	108.9	109.7	112.9	108.6	109.8	110.2	112.1	107.6	110.7	6.9
22	110.0	112.9	114.6	108.9	109.9	112.8	108.5	109.8	110.2	112.0	107.5	110.7	7.1
24	110.0	112.7	114.4	109.0	109.7	112.8	108.5	109.6	109.9	111.9	107.3	110.6	7.1
26	110.0	112.9	114.4	108.6	109.7	112.6	108.4	109.8	110.0	112.1	107.4	110.6	7.0
28	110.0	112.8	114.3	108.3	109.6	112.7	108.8	109.7	110.0	112.1	107.5	110.6	6.8
30	110.0	112.8	114.4	108.5	109.7	112.6	108.5	109.8	110.1	112.2	107.7	110.6	6.7
32	110.1	112.6	114.5	108.7	109.7	112.6	108.6	109.9	110.1	112.2	107.4	110.6	7.1
34	110.1	112.8	114.4	108.6	109.5	112.7	108.6	109.7	110.0	112.2	107.7	110.6	6.7
36	110.0	112.9	114.5	108.9	109.7	112.9	108.6	109.8	110.2	112.1	107.6	110.7	6.9
38	110.0	112.9	114.6	108.9	109.9	112.8	108.5	109.8	110.2	112.0	107.5	110.7	7.1
40	110.0	112.7	114.4	109.0	109.7	112.8	108.5	109.6	109.9	111.9	107.3	110.6	7.1
42	110.0	112.8	114.4	108.8	109.8	112.7	108.6	109.7	109.9	111.9	107.4	110.6	7
44	110.0	112.6	114.4	108.8	109.6	112.6	108.4	109.7	109.9	112.1	107.4	110.6	7
46	110.0	112.9	114.5	108.9	109.7	112.9	108.6	109.8	110.2	112.1	107.6	110.7	6.9
48	110.0	112.9	114.6	108.9	109.9	112.8	108.5	109.8	110.2	112.0	107.5	110.7	7.1
50	110.1	112.7	114.4	109.0	109.7	112.8	108.5	109.6	109.9	111.9	107.3	110.6	7.1
52	110.0	112.9	114.5	108.9	109.7	112.9	108.6	109.8	110.2	112.1	107.6	110.7	6.9
54	110.0	112.9	114.6	108.9	109.9	112.8	108.5	109.8	110.2	112.0	107.5	110.7	7.1
56	110.0	112.7	114.4	109.0	109.7	112.8	108.5	109.6	109.9	111.9	107.3	110.6	7.1
58	110.0	112.8	114.4	108.8	109.8	112.7	108.6	109.7	109.9	111.9	107.4	110.6	7
60	110.1	112.6	114.4	108.8	109.6	112.6	108.4	109.7	109.9	112.1	107.4	110.6	7
T. PROM.	110.0	112.8	114.4	108.8	109.7	112.7	108.5	109.7	110.0	112.1	107.5	110.6	
T. MAX	110.1	112.9	114.6	109.0	109.9	112.9	108.8	109.9	110.2	112.2	107.7		
T. MIN	110.0	112.6	114.3	108.3	109.5	112.6	108.4	109.6	109.9	111.9	107.3		
DTT	0.1	0.3	0.3	0.7	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.6	0.3
Mínima Temperatura Medida	107.3	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.7	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.0	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.35	0.04
Uniformidad Medida	7.1	0.3

T: PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. Prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
T. MAX: Temperatura máxima.
T. MIN: Temperatura mínima.
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.



Correos:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocuplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

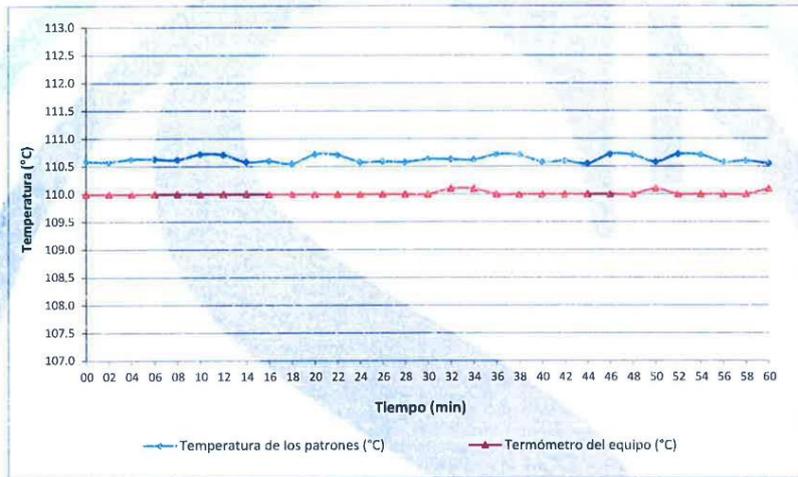
Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

9. FOTOGRAFÍA DEL INTERIOR DEL EQUIPO

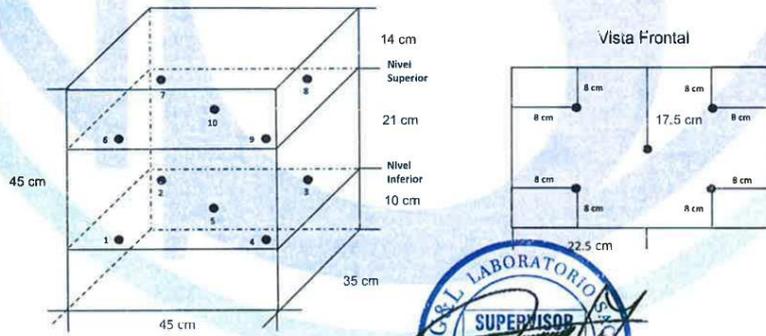




DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE CALIBRACIÓN 110 °C ± 10 °C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES





Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

4FC7 - 2023 GLF

Page / Page: 1 de 5

Objeto de Prueba <i>Test Object</i>	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN
Instrumento <i>Instrument</i>	MÁQUINA DIGITAL PARA ENSAYOS DE COMPRESIÓN EN CONCRETOS
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR LTDA.
Modelo <i>Model</i>	PC - 42
Número de Serie <i>Serial Number</i>	481
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO PRESENTA
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1500 kN
Resolución <i>Resolution</i>	0.01 kN
Solicitante <i>Customer</i>	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L.
Dirección <i>Address</i>	AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Ciudad <i>City</i>	JULIACA
Fecha de calibración <i>Date of calibration</i>	2023-04-18
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023-04-27

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 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 international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

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

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 5
Number of pages of the certificate and documents attached

Without the approval of the G&L Laboratorio 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.

Without the approval of the G&L Laboratorio 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


SUPERVISOR
LABORATORIO
Téc. Gilmer Huaman Padua
Responsable Laboratorio de Metrología
del G&L Laboratorio S.A.C.





4FC7 - 2023 GLF

Página 2 de 5

DATOS TÉCNICOS

Instrumento Bajo Calibración (IBC)		Instrumento(s) de Referencia	
Clase según ISO 7500-1	1	Instrumento	Celda de Carga Tipo Botella 150T
Clase según ISO 376	No Identificable	Marca	OHAUS // KELI
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	T71P // ZSC
Tipo de Indicación	Digital	Clase ISO 7500-1	0.5
División de Escala	0.01 kN	Número de Serie	B504530209 // 5M56609
Resolución	0.01 kN	Certificado de Calibración	N° INF - LE 190 - 22
Intervalo de Medición	Del 7% al 67% de la carga máxima	Fecha de Calibración	2022 - 10 - 10
Calibrado			
Límite Superior de Calibración	1000 kN		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ABNT NBR 8197:2021 "Materiais Metálicos - Calibração de Instrumentos de Medição de Força de Uso Geral", en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 3°C durante cada serie de medición.

Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general del equipo y se determina que: El equipo requiere ajuste de la indicación.

Tabla 1.

Indicaciones como se encuentra el equipo previo al ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Patrón			Promedio S _{1,2,3}	Errores Relativos	
	S ₁ Ascendente	S ₂ Ascendente	S ₃ Ascendente		Indicación q	Repetibilidad b
%	kN	kN	kN	kN	%	%
13	200.00	203.74	202.12	203.26	-1.60	0.88
40	600.00	622.93	623.90	623.64	-3.77	0.16
67	1000.00	1019.38	1022.02	1020.69	-2.03	0.26

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega el equipo posterior al ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S _{1,2,3}
	S ₁ Ascendente	S ₂ Ascendente	S ₂ No Aplica	S ₃ Ascendente	S ₄ No Aplica	S _{1,2,3}	
%	kN	kN	----	kN	----	kN	
7	100.00	99.61	----	100.16	----	99.84	
13	200.00	200.32	----	201.34	----	200.92	
20	300.00	300.96	----	300.81	----	301.09	
27	400.00	400.46	----	401.40	----	400.97	
33	500.00	501.00	----	501.29	----	501.06	
40	600.00	601.00	----	601.85	----	601.36	
47	700.00	700.82	----	701.55	----	701.21	
53	800.00	800.10	----	800.35	----	800.73	
60	900.00	900.23	----	901.07	----	900.30	
67	1000.00	999.03	----	999.33	----	999.27	
Ind. después de Carga		0.15	0.10	----	----	0.15	

Técnico de Calibración: Jhon Yoplec Villanueva

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Guillermo Huanan Bonolona
Responsable del Laboratorio de Metrología
de G&L Laboratorio S.A.C.



Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios.gylaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



4FC7 - 2023 GLF

Página 7 de 8

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 3. Error relativo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual.

$f_{0,01}$ %	$f_{0,02}$ %	$f_{0,02}$ %	$f_{0,03}$ %	$f_{0,04}$ %
0.010	0.007	----	0.010	----

Tabla 4. Resultados de la Calibración del instrumento para medición de fuerza.

Indicación del IBC		Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida	
%	kN	Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %	Accesorios Acces. %	a %	KN	U %
7	100.00	0.130	0.551	----	----	0.010	0.319	0.319
13	200.00	-0.428	0.508	----	----	0.005	0.589	0.295
20	300.00	-0.317	0.093	----	----	0.003	0.252	0.084
27	400.00	-0.237	0.229	----	----	0.003	0.530	0.133
33	500.00	-0.223	0.058	----	----	0.002	0.420	0.084
40	600.00	-0.233	0.141	----	----	0.002	0.504	0.084
47	700.00	-0.170	0.104	----	----	0.001	0.588	0.084
53	800.00	-0.049	0.079	----	----	0.001	0.672	0.084
60	900.00	-0.059	0.093	----	----	0.001	0.756	0.084
67	1000.00	0.079	0.030	----	----	0.001	0.840	0.084

Gráfica de Errores Relativos



CONDICIONES AMBIENTALES

La Calibración fue ejecutada en el LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS DE CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L. ubicado en la ciudad de JULIACA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 20.1°C
Humedad Relativa Máxima: 47% HR

Temperatura Ambiente Mínima: 20°C
Humedad Relativa Mínima: 47% HR

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

SUPERVISOR
LABORATORIO
Téc. Silmer Huarán Peralta
Responsable Laboratorio de Metrología
de G&L Laboratorio S.A.C.



Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com
servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 5.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	—	R ²
-4.9167E-01	1.0058E+00	-3.1422E-06	-2.8225E-09		1.0000E+00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado.

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 6.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0	10	20	30	40
100.00	100.06	110.11	120.16	130.21	140.25
150.00	150.30	160.35	170.39	180.44	190.48
200.00	200.52	210.57	220.61	230.65	240.69
250.00	250.72	260.76	270.80	280.83	290.86
300.00	300.90	310.93	320.96	330.99	341.01
350.00	351.04	361.07	371.09	381.11	391.13
400.00	401.15	411.17	421.19	431.21	441.22
450.00	451.24	461.25	471.26	481.27	491.28
500.00	501.28	511.29	521.29	531.29	541.29
550.00	551.29	561.29	571.28	581.28	591.27
600.00	601.26	611.25	621.24	631.22	641.21
650.00	651.19	661.17	671.15	681.13	691.10
700.00	701.08	711.05	721.02	730.99	740.95
750.00	750.92	760.88	770.84	780.80	790.76
800.00	800.71	810.66	820.62	830.56	840.51
850.00	850.46	860.40	870.34	880.28	890.21
900.00	900.15	910.08	920.01	929.94	939.86
950.00	949.79	959.71	969.63	979.54	989.46
1000.00	999.37				

Tabla 7.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S _{1,2 y 3} kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100.00	99.87	100.06	0.19
200.00	200.86	200.52	-0.34
300.00	300.95	300.90	-0.06
400.00	400.95	401.15	0.20
500.00	501.12	501.28	0.17
600.00	601.40	601.26	-0.14
700.00	701.19	701.08	-0.12
800.00	800.39	800.71	0.32
900.00	900.53	900.15	-0.39
1000.00	999.21	999.37	0.16

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios.gylaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2.013$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. 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.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO

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 una clase de instrumento de medición de fuerza de acuerdo con la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 y la sección 8 de la Norma ISO 376:2011.

ERRORES MÁXIMOS PERMITIDOS SEGÚN NORMA ISO 7500-1:2018

Clase	Indicación	Repetibilidad	Cero	Reversibilidad	Resolución Relativa
0.5	0.50	0.50	0.05	0.75	0.25
1	1.00	1.00	0.10	1.50	0.50
2	2.00	2.00	0.20	3.00	1.00
3	3.00	3.00	0.30	4.50	1.50

ERRORES MÁXIMOS PERMITIDOS SEGÚN NORMA ISO 376:2011

Clase	Reproducibilidad	Repetibilidad	Cero	Reversibilidad
0	0.05	0.025	0.012	0.07
0.5	0.10	0.050	0.025	0.15
1	0.20	0.100	0.050	0.30
2	0.40	0.200	0.100	0.50

OBSERVACIONES

- Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento.
- Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
- El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "En circunstancias normales, la calibración debe realizarse a intervalos de no más de 12 meses. Este rango puede variar según el tipo de instrumento de medición de fuerza de propósito general, el mantenimiento y la severidad del uso." (ABNT NBR 8197:2021)
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
- Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
- Se emplea el punto (.) como separador decimal.
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. 4FC7 - 2023 GLF

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Tec. **Glimer Huaman Padolina**
Firma del Supervisor de Metrología
de G&L Laboratorio S.A.C.



Correos:
laboratoriogy@laboratorio@gmail.com
servicios.gylaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 534B-2023 GLL

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2023-04-27

1. SOLICITANTE : CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L

DIRECCIÓN : AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY DIGITAL

MARCA : INSIZE

MODELO : 1108-300W

NÚMERO DE SERIE : 2806171705

ALCANCE DE INDICACIÓN : 0 mm a 300 mm

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.01 mm

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN : NO PRESENTA

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : DIGITAL

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-04-18

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, según el PC-012 Edición 5 "Procedimiento de calibración de Pie de Rey" del INDECOPI-SNM - Agosto de 2012.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS DE CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L
AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Misión:

Prestar servicio con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación, innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Gilmer Antonio Huamán Poma
Responsable del Laboratorio de Metrología

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com
servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	17.2 °C	17.6 °C
Humedad Relativa	42 %	42 %

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Juego de Bloque Planoparalelos Grado 0	LLA - 078 - 2022

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

ERROR DE REFERENCIA INICIAL (I) = 0 μm

ERROR DE INDICACIÓN DE PIE DE REY PARA MEDICIONES DE EXTERIORES

VALOR PATRÓN mm	PROMEDIO DE LA INDICACIÓN DEL PIE DE REY mm	ERROR μm
0.000	0.00	0.000
30.000	30.00	0.000
60.000	60.00	0.000
90.000	90.00	0.000
120.000	120.00	0.000
150.000	150.00	0.000
180.000	180.00	0.000
210.000	210.00	0.000
240.000	239.99	-0.010
270.000	269.99	-0.010
300.000	299.99	-0.010

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E)

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR (μm)
300.000	-0.010

ERROR DE REPETIBILIDAD (R)

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR (μm)
300.000	-0.010

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (Se-1)

VALOR PATRÓN mm	ERROR (μm)
30.000	-0.010

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (Se-p)

VALOR PATRÓN mm	ERROR (μm)
30.000	-0.010

ERROR DE CONTACTO LINEAL (L)

VALOR PATRÓN mm	ERROR (μm)
10.000	0





ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J)

VALOR PATRÓN mm	ERROR (μm)
20.000	0

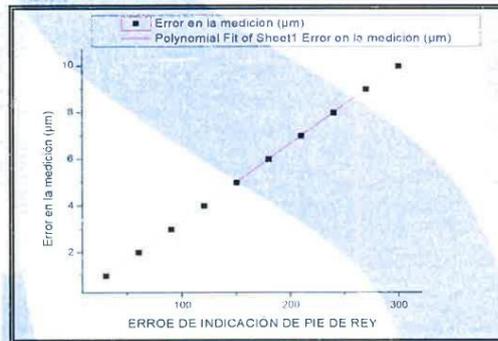
ERROR POR LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA INTERIORES (K)

VALOR PATRÓN mm	ERROR (μm)
5.000	0

8. INCERTIDUMBRE: $(11,222^2 + 0,0004^2 * L^2)^{1/2} \mu\text{m}$

L: Indicación del pie de rey en milímetros (mm)

- NOTA 1:** Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores de interiores.
NOTA 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad.
NOTA 3: El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 30 \mu\text{m}$, según norma DIN 862.



9. OBSERVACIONES

- (*) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza de 95 %.

Indicado en una etiqueta adherida a la caja del instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO





LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LL-525-2023

Página 1 de 2

Solicitante : CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.

Dirección : JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTES

Fabricante : BAKER

Modelo : K08

Serie : EDD025

Alcance de Identificación : 0 – 25 mm

División de Escala : 0.01 mm

Tipo : ANALOGICO

Lugar de Calibración : Laboratorio de longitud – PYS EQUIPOS.

Fecha de Calibración : 2023-03-27

Fecha de emisión : 2023-03-27

Método de calibración empleado

Comparación Directa. Procedimiento de calibración de comparadores de Cuadrante (usando bloques). PC-104 del SNM/INDECOPI. Segunda Edición diciembre 2001

CONDICIONES AMBIENTALES

	INICIAL	FINAL
Temperatura	25.7°C	27.6°C
Humedad Relativa	65%	65%

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 $K=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Bloques Patrón de Longitud	LLA-091-2021

RESULTADO DE MEDICION

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
1.5-1	2.500	2.510	0.010
5	5.000	5.020	0.010
5-1.5-1	7.500	7.510	0.010
10	10.000	10.010	0.010
10-1.5-1	12.500	12.510	0.010
10-5	15.000	15.010	0.010
10-5-1.5-1	17.500	17.510	0.010
20	20.000	20.010	0.010
20-1.5-1	22.500	22.520	0.020
20-5	25.000	25.020	0.020

Máxima desviación encontrada en el alcance (fe): 1 ml

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
20-5	mm	mm	mm
	25.000	25.020	0.020
	25.000	25.020	0.020
	25.000	25.020	0.020
	25.000	25.020	0.020

Máxima desviación encontrada en la repetibilidad (fw): 0 ml

Equivalencia
 0.001 in = 1ml
 1 in = 0.25mm
 1 in = 0.01 pulgada

Revisado por:
 Eler Pozo S.
 Dpto. de Metrología

Calibrado por:
 Javier Negrón C.
 Dpto. de Metrología





CERTIFICADOS DE TRAZABILIDAD DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



American
Concrete
Institute

NTP
NORMA TÉCNICA PERUANA



ASTM INTERNATIONAL

AASHTO
THE VOICE OF TRANSPORTATION



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA
CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AD-0126-2023



Expediente : 1A11557
Página 1 de 3

- Fecha de emisión : 2023-01-30
1. **Solicitante** : G & L LABORATORIO S.A.C.
2. **Dirección** : Av. Miraflores Mza. E Lote 60 Urb. Santa Elisa Et. 2 - Los Olivos - Lima - Lima
3. **Instrumento** : **PIE DE REY**
- **Marca / Fabricante** : INSIZE
 - **Modelo** : No indica
 - **Número de serie** : 2009141081
 - **Procedencia** : No indica
 - **Código de identificación** : PIE-G&L-040 (*)
 - **Intervalo de indicación** : 0 mm a 150 mm
 - **Resolución** : 0,01 mm
 - **Tipo de indicación** : Digital
 - **Código de fábrica** : 1112-150
 - **Ubicación** : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio Dimensional de METROIL S.A.C. - Sede Lima
5. **Fecha de calibración** : 2023-01-30
6. **Método de calibración**
La calibración se efectuó por comparación directa, según el PC-012 Edición 5 "Procedimiento de calibración de Pie de Rey" del INDECOPI-SNM.

7. **Trazabilidad**

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

Código	Instrumento patrón	Certificado de calibración
IL-160	Bloque patrón de longitud Grado 0	LLA-206-2021 / INACAL-DM
IL-205	Bloque patrón de longitud Grado 0	LLA-280-2021 / INACAL-DM
IL-176	Anillo patrón Incertidumbre de 0,7 µm	LLA-511-2022 / INACAL-DM
IL-178	Varilla patrón Incertidumbre de 0,31 µm	LLA-125-2022 / INACAL-DM
IT-449	Termómetro de contacto Incertidumbre de 0,07 °C	1AT-1744-2022 / METROIL S.A.C.

8. **Condiciones de calibración**

Temperatura ambiental : Inicial : 20 °C Final : 20,2 °C
Humedad relativa : Inicial : 53,7 % H.R. Final : 54,6 % H.R.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

JORGE L. GUTIÉRREZ VILLAGÓMEZ
Laboratorio de Calibración

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



9. Resultados

Error de referencia inicial (I) = 0 μm

Error de indicación del pie de rey para mediciones de exteriores

Valor patrón (mm)	Indicación promedio del pie de rey (mm)	Error (μm)
0,000	0,000	0
10,000	10,010	10
20,000	20,010	10
40,000	40,010	10
80,000	80,000	0
125,000	125,000	0
150,000	150,007	7

Error de contacto de la superficie parcial (E)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
40,000	10

Error de repetibilidad (R)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
40,000	10

Error de cambio de escala de exteriores a interiores ($S_{E,I}$)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
25,000	-30

Error de cambio de escala de exteriores a profundidad ($S_{E,P}$)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
25,000	-10

Error de contacto lineal (L)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
10,001	0

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.



Error de contacto de superficie completa (J)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
20,000	0

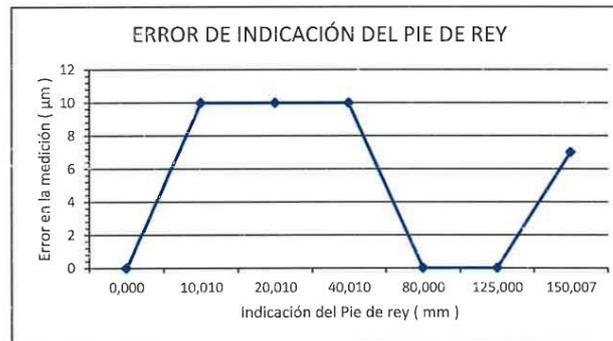
Error por la distancia de cruce de las superficies de medición para interiores (K)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
5,000	10

Incertidumbre de la medición : $(20,399^2 + 0,003^2 * L^2)^{1/2} \mu\text{m}$

L : Indicación del pie de rey en milímetros (mm)

- Nota 1:** Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores.
Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad.
Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 30 \mu\text{m}$, según norma DIN 862.



10. Observaciones

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" y con identificación N° 1AMA-15842.
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.
- (*) Indicado en una etiqueta adherida a la caja del instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroll.pe Atención al Cliente: 975 193 739
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroll.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroll.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroll.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-0265-2022

Requerimiento
6835-2022

Fecha de Emisión
2022-11-08

1. SOLICITANTE : G&L LABORATORIO S.A.C.
Dirección : Av. Miraflores Mza. E Lote 60 Urb. Santa Elisa
Et. 2 (entre la Av. Marañón con Av. Huandoy)
Lima - Lima - Los Olivos

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CELDA DE CARGA

Marca : KELLY
Modelo : A-FED
Modo de Operación : COMPRESIÓN
Número de Serie : AGB8505
Identificación : CEL-G&L-0545
Procedencia : NO INDICA
Alcance : 5 000 kg
Ubicación : LABORATORIO DE METROLOGÍA

Datos del Dispositivo Indicador

Tipo : DIGITAL
Marca : OHAUS
Modelo : T71P
Número de Serie : B504530209
Resolución : 0,2 kg

3. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN

Calibrado el 2022-11-08 en el el Laboratorio de Fuerza y Presión

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, usando el ME-002 "Procedimiento para la Calibración de los Instrumentos de Medida de Fuerza", edición digital 1, CEM - España.

5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales.

Patrones Utilizados	Certificado
Celda de carga de 10 000 kg e incertidumbre expandida de 0,05%	CC-0282-2021

6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Ambiental : De 20,1 °C a 20,6 °C
Humedad Relativa : De 58,0% H.R. a 62,0% H.R.

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro objeto que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sello del Laboratorio de Calibración de Total Weight & Systems S.A.C.



Ricardo Sotomayor

Ricardo Sotomayor Jaime
Gerente del L.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-0265-2022

7. RESULTADOS

Lecturas Obtenidas Durante la Calibración:

Masa de Referencia (kg)	Indicación del Equipo (kg)					
	Serie de Medidas - Posiciones Angulares					
	$x_1 - 0^\circ$	$x_2 - 0^\circ$	$x_3 - 120^\circ$	$x_4 - 120^\circ$	$x_5 - 240^\circ$	$x_6 - 240^\circ$
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
499,9	503,6	503,4	504,0	504,6	501,4	501,8
999,9	1 004,2	1 004,0	1 005,2	1 005,6	1 002,0	1 002,4
1 499,8	1 502,0	1 502,4	1 503,8	1 504,0	1 501,0	1 502,2
1 999,8	2 001,2	2 001,6	2 001,8	2 002,0	2 000,4	2 000,6
2 499,7	2 500,8	2 500,6	2 501,0	2 502,4	2 500,0	2 499,8
2 999,6	3 002,4	3 002,0	3 002,4	3 002,8	3 000,4	3 000,8
3 499,6	3 501,6	3 501,8	3 501,2	3 501,6	3 500,8	3 501,4
3 999,5	4 000,0	4 000,0	4 000,4	4 001,0	4 000,4	3 999,6
4 499,4	4 501,4	4 501,6	4 502,0	4 502,4	4 501,4	4 501,0
4 999,4	5 000,4	5 001,0	5 000,8	5 001,2	4 999,2	4 999,0
0,0	0,0	0,0	-	-	-	-

Propiedades Metrológicas del Equipo bajo Calibración, según Norma ISO 376

Masa de Referencia (kg)	Media con rotación \bar{x}_r (kg)	Error relativo de reproducibilidad con rotación b (%)	Media sin rotación \bar{x}_{wr} (kg)	Error relativo de repetibilidad sin rotación b' (%)	Error relativo de interpolación f_c (%)	Error relativo de reversibilidad v (%)
499,9	503,0	0,5	503,5	0,0	-0,1	0,1
999,9	1 003,8	0,3	1 004,1	0,0	0,1	0,0
1 499,8	1 502,3	0,2	1 502,2	0,0	0,0	0,0
1 999,8	2 001,1	0,1	2 001,4	0,0	0,0	0,0
2 499,7	2 500,6	0,0	2 500,7	0,0	0,0	0,0
2 999,6	3 001,7	0,1	3 002,2	0,0	0,0	0,0
3 499,6	3 501,2	0,0	3 501,7	0,0	0,0	0,0
3 999,5	4 000,3	0,0	4 000,0	0,0	0,0	0,0
4 499,4	4 501,6	0,0	4 501,5	0,0	0,0	0,0
4 999,4	5 000,1	0,0	5 000,7	0,0	0,0	0,0

Serie	x_1	x_2	x_3-x_4	x_5-x_6
f_0 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0

f_0 : Error relativo de cero



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-0265-2022

Compresión

Masa de Referencia (kg)	Media con rotación \bar{X}_r (kg)	Error (%L)	Incertidumbre (%L)
499,9	503,0	0,6	0,5
999,9	1 003,8	0,4	0,3
1 499,8	1 502,3	0,2	0,3
1 999,8	2 001,1	0,1	0,3
2 499,7	2 500,6	0,0	0,3
2 999,6	3 001,7	0,1	0,3
3 499,6	3 501,2	0,0	0,3
3 999,5	4 000,3	0,0	0,3
4 499,4	4 501,6	0,0	0,3
4 999,4	5 000,1	0,0	0,3

Ecuación de Mejor Ajuste para Obtener la Masa en Función de la Lectura Observada

$$M(L) = a_3L^3 + a_2L^2 + a_1L + a_0$$

Coefficientes para M = M(L)	a_3	a_2	a_1	a_0	Tipo de ecuación
Compresión	-6,10E-11	6,67E-07	9,97E-01	4,78E+00	Cúbica

M: Masa pronóstico de la ecuación de mejor ajuste que se aplica al equipo bajo prueba, en kg

L: Lectura observada en el indicador del equipo a prueba, bajo una fuerza aplicada y se obtiene como:

L = (Lectura bajo una carga aplicada - Lectura de cero, sin una carga aplicada)

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

8. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

Fin del Documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CM-1865-2022

Requerimiento
6835-2022

Fecha de Emisión
2022-11-08

1. **SOLICITANTE** : G&L LABORATORIO S.A.C.
Dirección : Av. Miraflores Mza. E Lote 60 Urb. Santa Elisa
Et. 2 (entre la Av. Marañón con Av. Huandoy)
Lima - Lima - Los Olivos

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : PESA

Valor Nominal : 10 kg
Marca : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Forma : PARALELEPIPEDA
Material : ACERO INOXIDABLE
Clase de Exactitud : M2
Número de Serie : NO INDICA
Código de Identificación : PES-028-20
Cantidad : 01

3. **FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó el 2022-11-08 en el Laboratorio de Masa

4. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-008 2da edición, 2009: "Procedimiento de Calibración de Pesas de Trabajo Clases M₂, M_{2,3} y M₃" publicada por el SNM/INDECOPI.

5. **TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.

Patrones utilizados	Certificado
Pesa de exactitud M1	1AM-0175-2022

6. **CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

Temperatura Ambiental : De 20,0 °C a 20,1 °C
Humedad Relativa : De 51,0% H.R. a 51,9% H.R.
Presión Atmosférica : De 1005,0 mbar a 1005,0 mbar

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro objeto que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sello del Laboratorio de Calibración de Total Weight & Systems S.A.C.



Ricardo Sotomayor Jaime

Ricardo Sotomayor Jaime
Gerente del L.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CM-1865-2022

7. RESULTADOS

Identificación	Valor Nominal	Masa Convencional	Incertidumbre	Forma	Material	Cavidad de Ajuste	e.m.p. m_2
PES-028-20	10 kg	10 kg + 0.3 g	500 mg	PARALELEPIPEDA	ACERO INOXIDABLE	TIENE	$\pm 1\ 600\ mg$

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

8. OBSERVACIONES

No se realizó ajuste a las pesas antes de su calibración.

Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.

Fin del Documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-0657-2022

Requerimiento
6358-2022

Fecha de Emisión
2022-09-12

1. **SOLICITANTE** : G & L LABORATORIO S.A.C.
Dirección : Av. Miraflores Mza. E Lote. 60 Urb. Santa
Elisa Et 2 Lima - Lima - Los Olivos

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el instrumento calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro instrumento que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL

Marca : G&L LABORATORIO
Modelo : NO INDICA
Número de Serie : 29062021
Identificación : MUL-G&L-563
Procedencia : NO INDICA
Elemento Sensor : 10 TERMOPARES TIPO K
Intervalo de Indicación : De -50 °C a 1300 °C
Resolución : 0,01 °C

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

3. **FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**

Calibrado el 2022-09-09 en el Laboratorio de Temperatura y Humedad

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

4. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-017 2da Edición, 2012: "Procedimiento de Calibración de Termómetros Digitales" del SNM/INDECOPI.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sellos de Total Weight & Systems S.A.C.

5. **TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.

Patrones Utilizados	Certificado
2 Termómetros de indicación digital	LT-284-2021 LT-080-2022

6. **CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

Temperatura Ambiental : De 19,9 °C a 21,9 °C
Humedad Relativa : De 61% H.R. a 62% H.R.



José Luis Palacios Cubillas
Metrólogo

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-0657-2022

7. RESULTADOS

TCV (°C)	CORRECCIÓN (°C)										INCERTIDUMBRE (°C)
	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8	CH9	CH10	
80,02	-1,48	-3,44	-3,00	-2,04	-3,05	-2,29	-2,60	-2,47	-1,88	-3,08	0,13
100,00	-1,60	-4,35	-3,74	-3,44	-4,18	-3,13	-3,21	-3,81	-3,24	-3,84	0,13
120,01	-1,86	-5,02	-3,15	-4,25	-4,36	-4,28	-3,85	-4,85	-4,06	-4,75	0,13

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

$$TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$$

La incertidumbre reportada en el presente certificado, U_R , es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

8. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La profundidad de inmersión del sensor fue de 30 cm.

El tiempo de estabilización fue mayor a 10 minutos.

Fin del Documento





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LLA - 078 - 2022

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 1 de 7

Expediente	1058814
Solicitante	G&L LABORATORIO S.A.C
Dirección	Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Eilisa II Etapa - Los Olivos
Instrumento de Medición	BLOQUES PATRON DE LONGITUD
Valor Nominal	1 mm a 25 mm
Grado	0 (*)
Marca	INSIZE (*)
Modelo	4100-103 (*)
Número de Serie	110147 (*)
Cantidad	11
Material	ACERO
Fecha de Calibración	2022-11-24 al 2022-11-25

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

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente por
DE LA CRUZ GARCIA
Leonardo FAU 20600283015
soft
Fecha: 2022-11-25 15:48:15



Firmado digitalmente por CANO LURIBE
Daniel Adolfo FAU 20600283015
soft
Fecha: 2022-11-25 17:12:20

Dirección de Metrología

Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 078 – 2022

Página 2 de 7

Método de Calibración

Determinación del error en la longitud central, por el método de comparación, utilizando bloques patrón de longitud y un comparador mecánico de bloques patrón de longitud.
Se tomó como referencia la Norma ISO 3650:1998

Lugar de Calibración

Laboratorio de Longitud y Ángulo
Calle De La Prosa N° 150 - San Borja, Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura	20,0 °C ± 0,5 °C
-------------	------------------

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia del Centro Español de Metrología - CEM	LA 01 021 Bloques patrón de longitud Grado K	126653109
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología - INACAL	LA 05 019 Comparador mecánico de bloques con incertidumbre del orden de 0,034 µm	INACAL DM/LLA-264-2022

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
(*) Datos dados en la caja que los contiene.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 078 – 2022

Página 3 de 7

Resultados de Medición

Valor Nominal (mm)	Número de Serie	CARA IZQUIERDA / CARA SIN MARCAR						CARA DERECHA / CARA MARCADA						DESMG
		AR	LR	R	SR	C/O	AD	AR	LR	R	SR	C/O	AD	
1	0363			X		X	NO				X	X	NO	NO
3	8432		X				SI		X				SI	NO
4	115350		X				SI		X				SI	NO
5	125328			X			NO		X				NO	NO
8	122468		X				SI		X				SI	NO
10	123603		X				SI		X				SI	NO
12	090401		X				SI		X				SI	NO
15	115094			X			SI			X			SI	NO
17	113404		X				SI		X				SI	NO
20	127477		X				NO		X				NO	NO
25	120930		X				NO	X					NO	NO

Un casillero marcado con X significa que el instrumento de medición entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.
Un casillero sin marca alguna significa que el instrumento de medición no entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.
Las clasificaciones se describen en la siguiente página.

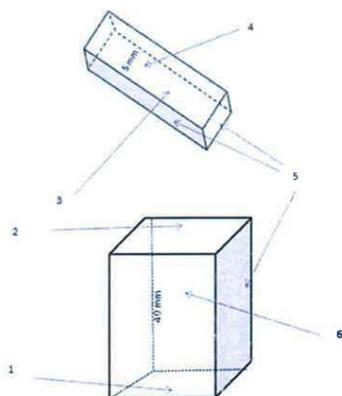


INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 078 – 2022

Página 4 de 7

Denominación de las caras de los bloques patrón de longitud



a) para longitudes $l_n < 6$ mm

b) para longitudes nominales $l_n \geq 6$ mm

Leyenda

- 1 cara de medición izquierda
- 2 cara de medición derecha
- 3 cara de medida sin marcar
- 4 cara de medida marcada
- 5 cara laterales
- 6 cara lateral marcada

Considerar las clasificaciones siguientes:

AR	Ausencia de rayas. No debe observarse rayas en la totalidad de la cara.
LR	Levemente rayado. Se observa una pequeña cantidad de rayas, no mayor de veinte.
R	Rayado. Se observa una cantidad de rayas considerablemente mayor a las del caso anterior, prácticamente es imposible de determinar su número.
SR	Severamente rayado. No existe sector alguno libre de rayas sobre la cara observada, o bien esta presenta al menos una raya de gran longitud y profundidad.
C/O	Corrosión y/o oxidación. Se observa corrosión y/o oxidación de cualquier tipo sobre la cara observada.
AD	Resultado de la prueba de adherencia (SI/NO)
DESMG	Fue necesario desmagnetizar el bloque (SI/NO)



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología
Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA - 078 - 2022

Página 5 de 7

LONGITUD NOMINAL l_n (mm)	N° DE SERIE DEL BLOQUE	CORRECCIÓN A LA LONGITUD NOMINAL ($l_c - l_n$) (μm)	LONGITUD CENTRAL MEDIDA (l_c) (mm)	VARIACIÓN DE LONGITUD ($v = l_{max} - l_n$) (μm)	GRADO 0 ERROR MÁXIMO PERMITIDO	
					EN CUALQUIER PUNTO RESPECTO A LA LONGITUD NOMINAL $\pm l_s$ (μm)	VARIACIÓN DE LONGITUD l_s (μm)
1	0363	-0,04	0,99996	0,02	0,12	0,10
3	9432	0,06	3,00006	0,02	0,12	0,10
4	115350	0,06	4,00006	0,05	0,12	0,10
5	125328	0,06	5,00006	0,03	0,12	0,10
8	122468	0,04	8,00004	0,04	0,12	0,10
10	123603	0,02	10,00002	0,03	0,12	0,10
12	090401	0,14	12,00014	0,05	0,14	0,10
15	115094	-0,06	14,99994	0,05	0,14	0,10
17	113404	-0,08	16,99992	0,04	0,14	0,10
20	127477	0,09	20,00009	0,07	0,14	0,10
25	120930	0,06	25,00006	0,06	0,14	0,10

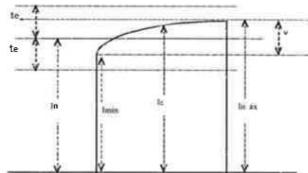


INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 078 – 2022

Página 6 de 7

Determinación de la corrección de los bloques patrón de longitud



Incertidumbre Expandida de Medición : $2 \cdot [(61.62)^2 + (0.56)^2 + (1)^2]^{1/2}$ nm
L : Valor Nominal expresado en milímetros.

Nota:

El coeficiente de dilatación térmica utilizado $(11,5 \pm 1,0) \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ y los errores máximos permitidos, datos tomados de la Norma ISO 3650:1998.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 078 – 2022

Página 7 de 7

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

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.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF - LE 190 – 22

SOLICITANTE : **G&L LABORATORIO S.A.C**
Av. Miraflores Mz. A Lote. 60 Urb. Santa Elisa
Et2, (Entre la Av. Marañon con Av. Huandoy)
Lima – Lima – Los Olivos, Lima
Att.: Gilmer Antonio Huamán Poquioma

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA
DE CARGA
Celda de Carga: Keli
Capacidad: 150t
Tipo: NHS-A
N° serie: 5M56609
INDICADOR DIGITAL: CHAUS 7000
Modelo: T71P
N° serie: B504530209

FECHA : San Miguel, 10 de Octubre del 2022



Gladys Villa Garcia M.
Ing. Gladys Villa García M.
Jefa del Laboratorio de
Estructuras Antisísmicas

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Av. Universitaria 1801, San Miguel
T: 51-1 626 2000 anexo 4640
ledi@pucp.edu.pe
www.pucp.edu.pe

CALIBRACION DE SISTEMA CELDA EDE CARGA

1. GENERALIDADES.

G&L LABORATORIO SAC solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 10 de octubre del 2022.

2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : KELI
- Modelo : ZSC
- N° serie : 5M56609
- Capacidad : 150t (nominal)

Indicador Digital:

- Marca : OHAUS
- Modelo : T71P
- N° serie : B504530209
- Resolución : 1 kg

3. EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 87747, 1000 kN, con última calibración del 13 de julio del 2022.
- Amplificador, HBM MGCplus1 ch6
- Celda de carga, HBM, U1, N° 95857, 200 kN, con última calibración del 13 de julio del 2022.
- Amplificador, HBM MGCplus1 ch3
- Gata hidráulica, LUKAS, HP 200t
- Bomba hidráulica manual, ZPH3/4 PN700

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para realizar la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.



5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

Celda calibrada: Keli
Modelo: NHS-A N° serie: 5M56609 Capacidad: 150t

Indicador digital: OHAUS 7000
Modelo: T71P N° serie: B504530209 Resolución: 1 kg

Celda patrón: HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN, LLF = 0.39 kN
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch6
Informe de calibración N°2022-1 95856 el 12 de julio del 2022
Celda patrón: HBM #serie: 95857 Capacidad: 200 kN, LLF = 0.06 kN
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch3
Informe de calibración N°2022-1 95857 el 12 de julio del 2022
Norma de referencia: ASTM E74-18

Fecha: 2022-10-10 Ejecutores: L. Gallo F. – M. Huamancayo P.

La calibración está referida a 23 °C.

PATRON (kg)			Lectura OHAUS (kg)		
10211	10212	10210	10226	10229	10228
20408	20404	20409	20416	20411	20427
30088	30090	30087	30126	30132	30130
40119	40124	40117	40222	40229	40227
50168	50167	50162	50176	50183	50180
60169	60164	60168	60198	60186	60192
70212	70213	70215	70269	70262	70272
80215	80219	80220	80246	80251	80262
90260	90257	90253	90298	90268	90282
100281	100280	100286	100242	100248	100251

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes: A = 27.5402857562
B = 1.0002336782
C = 0.0000000373

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S = 14.2 kg
LLF(Lower Limit Factor) = 32.4 kg
U = 162 kg

La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 100000 kg

Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital OHAUS

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructura Antisísmica.

