



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL**

“Influencia de la fibra del Eucalipto en las propiedades mecánicas y térmica del adobe, Cajamarquilla-Ocros-Áncash, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL:
Ingeniero Civil

AUTOR:
Gonzales Aldave, Elin Keler (ORCID: 0000-0002-1648-1764)

ASESOR:
Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño Sísmico Estructural

LIMA – PERÚ
2019

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo inmenso e incondicional que día a día me inculcaron los valores y a estudiar y a mis hermanos por los consejos y apoyos tanto emocional como en lo económico quienes fueron el motor y motivo para poder culminar mis estudios universitarios, quienes me quieren ver desarrollado como persona y profesional y ser el orgullo de la familia.

AGRADECIMIENTO

Al ingeniero Joshua Piñas Moya por el apoyo y brindarme su conocimiento y tiempo para el desarrollo de la tesis, además agradezco infinitamente a mi amiga Roxana Izaguirre, siempre estuviste motivándome con tus palabras alentadoras y por tu apoyo incondicional económico.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

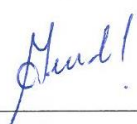
Yo, **GONZALES ALDAVE, Elin Keler** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

“Influencia de la fibra del eucalipto en las propiedades mecánicas y térmicas del adobe, Cajamarquilla – Ocros – Ancash, 2019”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado 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 publicado ni presentado 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 información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 19 de julio de 2019

Apellidos y Nombres del Autor GONZALES ALDAVE, Elin Keler	
DNI: 42736967	Firma 
ORCID: 0000-0002-1648-1764	

ÍNDICE

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice.....	vi
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras.....	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	22
2.1 Diseño de Investigación	23
2.2 Operacionalización de Variables	24
2.3 Población Y Muestra.....	26
2.3.1 Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad	27
2.4 Método de Análisis de Datos.....	28
2.5 Aspectos Éticos	29
III. RESULTADOS	30
IV. DISCUSIÓN	49
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS	55
ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química media de las diferentes partes de un eucalipto	7
Tabla 2. Esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad (kg/cm ²).....	8
Tabla 3. Densidad promedio en gr/cm ³	9
Tabla 4. Características térmicas básicas de algunos materiales de construcción.....	18
Tabla 5. Muestras sometidas al ensayo de compresión	26
Tabla 6. Muestras sometidas al ensayo de flexión	27
Tabla 7. Contenido de humedad promedio natural.....	32
Tabla 8. Límites de Atterberg.....	32
Tabla 9. Resumen del Límites de Atterberg.....	32
Tabla 10. Resumen general de clasificación de suelos	33
Tabla 11. Análisis Granulométrico	33
Tabla 12. Densidad	33
Tabla 13. Contenido de humedad de la madera del eucalipto.....	34
Tabla 14. Cantidad de muestras de adobes fabricadas sin fibra de eucalipto	35
Tabla 15. Cantidad de muestras de adobes fabricadas con fibra de eucalipto	36
Tabla 16. Resistencia a compresión de unidad de adobe sin fibra del eucalipto.....	37
Tabla 17. Resistencia a compresión de unidad de adobe con fibra del eucalipto.....	37
Tabla 18. Resistencia a flexión de unidad de adobe sin fibra del eucalipto.....	38
Tabla 19. Resistencia a flexión de unidad de adobe con fibra del eucalipto.....	38
Tabla 20. Resistencia a compresión en pilas de unidad de adobe sin fibra del eucalipto..	39
Tabla 21. Resistencia a compresión en pilas de unidad de adobe con fibra del eucalipto .	39
Tabla 22. Medidas del espesor de la muestra sin fibra del eucalipto.....	40
Tabla 23. Medidas del espesor de la muestra con fibra del eucalipto.....	41
Tabla 24. Resultados de conductividad térmica	44
Tabla 25. Resultados de conductividad térmica	45
Tabla 26. Comportamiento térmico por convección de unidad de adobe sin fibra del eucalipto	46
Tabla 27. Comportamiento térmico por convección unidad de adobe con fibra del eucalipto	47
Tabla 28. Cuadro de comparación de resultados	49
Tabla 29. Cuadro de comparación de resultados	50
Tabla 30. Cuadro de comparación de resultados	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación según el sentido de las fibras.....	7
Figura 2. Comportamiento de las fibras.....	8
Figura 3. LAMBDA-UNI.....	12
Figura 4. Sección transversal del aparato de placa caliente con guarda (APCG)	14
Figura 5. Sistema de calefacción	16
Figura 6. Proceso de elaboración del adobe	35
Figura 7. Barro de arcilla.....	36
Figura 8. Fibras del eucalipto	36
Figura 9. Muestra y poliestireno	42

RESUMEN

La importancia de mejorar las propiedades mecánicas y térmicas de los adobe para la construcción de las viviendas en las zonas altas andinas es un motivo de investigación; por ende la presente investigación titulada “Influencia de la fibra del eucalipto en las propiedades mecánicas y térmicas del adobe en Cajamarquilla – Ocos - Áncash, 2019”, se planteó como objetivo determinar las propiedades mecánicas y térmicas del adobe adicionando las fibras del eucalipto, los procedimientos de la elaboración del adobe se realizó basándose en los antecedentes y las normas nacionales NTP (E.080) e internacionales Norma Chilena(NCh 850), los ensayos de conductividad se realizó en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería, obteniendo los resultados de las propiedades térmicas. Asimismo, los ensayos de compresión y flexión se realizaron en el Laboratorio de materiales y suelos la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, obteniendo los resultados de las propiedades mecánicas, en el cual se obtuvieron resultados favorables; como alternativas de materiales de construcción que son capaces de generar confort térmico en las viviendas, ya que las características del nuevo material posee una conductividad térmica bajo que el adobe tradicional, en conclusión cumplen con los parámetros establecidos en las Normas Técnicas Peruanas, además de ello los materiales utilizados en la elaboración del nuevo espécimen son reutilizable lo que le hace amigable con el medio ambiente y genera un beneficio ecológico.

Palabras claves: temperatura, calor, compresión, flexión

ABSTRACT

The importance of improving the mechanical and thermal properties of adobe for the construction of houses in the high Andean areas is a reason for investigation; Therefore, the present research entitled "Influence of eucalyptus fiber on the mechanical and thermal properties of adobe in Cajamarquilla - Ocros - Ancash, 2019", aimed at determining the mechanical and thermal properties of adobe by adding eucalyptus fibers, Procedures of the elaboration of the adobe was made based on the antecedents and the national norms NTP (E.080) and international Chilean Standard (NCh 850), the tests of conductivity was realized in the Laboratory of the Faculty of Sciences of the National University of Engineering, obtaining the results of the thermal properties. Likewise, the compression and bending tests were carried out in the Materials and Soils Laboratory of the Civil Engineering Faculty of Cesar Vallejo University, obtaining the results of the mechanical properties, in which favorable results were obtained; as alternatives of construction materials that are capable of generating thermal comfort in homes, since the characteristics of the new material have a low thermal conductivity than traditional adobe, in conclusion they comply with the parameters established in the Peruvian Technical Standards, in addition to this The materials used in the preparation of the new specimen are reusable, which makes it friendly to the environment and generates an ecological benefit.

Keywords: temperature, heat, compression, bending

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas en la sierra del Perú, es la continua ola de frío que viene azotando la naturaleza, el MINSA (ministerio de salud) reportó desde enero a mayo el número de fallecidos por enfermedades respiratorias (414 personas mayores a 60 años y 72 menores de 5 años) a nivel nacional; los más vulnerables frente las bajas temperaturas son los niños y los adultos mayores que a lo largo de los últimos años han fallecido por este evento de la naturaleza, a esto sumado las condiciones del espacio donde habitan. Por ello involucra la necesidad de tomar medidas y acciones para contrarrestar las bajas temperaturas, por ejemplo, en algunos países como, Argentina, Australia, Canadá, Francia, Japón, Portugal, Suiza y EE UU han desarrollado técnicas de prevención de temperatura bajas para ayudar en la protección frente a las heladas. Igualmente, en otros países en climas templados y áridos y con altitudes elevadas también tienen esos problemas por los efectos de las heladas; En su mayoría, el potencial del daño por las heladas depende de las condiciones locales, por ende es difícil realizar una evaluación geográfica del daño potencial para caracterizar geográficamente el potencial de daños en muchos casos tomamos como referencia la longitud media del periodo libre de heladas, que se extiende desde la ocurrencia de la última temperatura bajo cero en la primavera hasta la primera en otoño, (Snyder Y Paulo De Melo, 2010, p.9).

En el Perú sufrimos fenómenos meteorológicos, como las heladas y el fríaaje que es una disminución en la temperatura, esto es un problema climatológico que cada vez más va afectando al sector andino. Durante el periodo mayo-julio de 2018, se registraron tres nuevos records históricos de temperaturas máximas en los departamentos de Cusco y Puno. El 3 de junio de 2018, la estación meteorológica en Sicuani (cusco), registro el valor más bajo de su serie histórica (1965-2017) con 10°C, cuando el valor normal del mes es 19°C. Asimismo, el pasado 21 de julio de 2018 en la estación Yauri (Cusco) se reportó 3,8°C, superando sus anteriores records históricos de 5,5°C en el año 2004 y en Ayavari (Puno) se reportó 4°C, cuando lo normal durante el día es aproximadamente de 16°C, superando sus anteriores records históricos de 5°C en el año 1987, según informe técnico SENAMHI (2018). Asimismo, el Plan Multisectorial ante Heladas y Fríaaje 201 tiene como objetivo disminuir la vulnerabilidad de las personas frente a los fenómenos de heladas y fríaaje, trabajando articuladamente con el Estado como en el diseño e implementación de estrategias del Gobierno Nacional para la reducción del riesgo y la preparación, dirigidas a

intervenir en las zonas críticas para proteger la vida e integridad física de la población así como sus medios de vida (Plan Multisectorial ante Heladas y Fría, 2018).

Esta investigación se basa en adicionar las fibras del eucalipto para modificar las propiedades físicas, mecánicas y su incidencia en la propiedad térmica del adobe, aprovechando las propiedades de las fibras del eucalipto, que son recursos propios de la zona; además de ello determinaremos mediante el termómetro digital para concreto, el comportamiento de temperatura del adobe a través del transcurrir del tiempo de adobes con fibras del eucalipto. El Distrito de Cajamarquilla se encuentra a 3550 msnm; la incidencia termodinámica el cual se convierte como solución, debido a que actualmente en la región Áncash seis Distritos se encuentran en condición de “vulnerables” ante las heladas que podrían presentarse a partir de la quincena de mayo próximo, advirtió el prefecto regional Alex Cordero Cuisano, quien indicó que ya se vienen trabajando los planes de contingencia para enfrentar dicho fenómeno climatológico. La autoridad detalló que los distritos que se encuentran en alerta son: Shilla (Carhuaz), Santa Cruz (Huaylas), Shupluy (Yungay), Pacllón (Bolognesi), Ocos y Cajamarquilla en la provincia de Ocos (Agencia peruana de noticias ANDINA, 2018). Por ello considero necesario realizar una investigación, brindando las informaciones acerca de las propiedades mecánicas y térmicas del adobe adicionado con la fibra del eucalipto.

Existen trabajos internacionales y nacionales relacionados al tema de investigación, los cuales nos servirá como guía para cumplir con el desarrollo de la siguiente investigación, entre ellas tenemos a:

(ALBORNOZ Peña, 2014), en su tesis bienestar habitacional y mejoramiento de aislación térmica estudio de vivienda social tipo 5, Villa Cervantes Tesis para obtener el grado ingeniero de la construcción en la universidad Andrés Bello de Santiago de Chile, el autor plantea como objetivo general: investigar y determinar de las principales problemáticas de “bienestar habitacional” presentes en las viviendas en estudio, y proponer mejoras para sus características más desfavorables, acotando e interviniendo sus falencias bajo los criterios de bienestar establecidos por el FONDEF Dada la falencia que presentan las viviendas en estudio, respecto a bienestar térmico, la incorporación de aislantes térmicos significarán una disminución en el consumo de combustibles usados para la calefacción: en 86,53 kg de Gas Licuado de Petróleo (GLP) y 98,74 lt de Kerosene, ambos por año (especialmente en los periodos fríos). Además, se debe destacar, que los beneficios térmicos repercuten en un

mejoramiento de la calidad de vida en periodo estival, ya que la envolvente aumenta significativamente la resistencia térmica, lo cual reduce del flujo térmico a través de esta, por lo tanto en los periodos calurosos se disminuye la transmisión térmica hacia el interior de la vivienda; dado que sin una aislación térmica adecuada, los muros de las casa tipo 5, actúan como masas térmicas, adsorbiendo energía durante el día e liberándola al anochecer.

La importancia del diseño de distribución de las habitaciones es un factor importante como también las densidades de los muros como indica;

(CÁRDENAS Díaz, 2015), en su tesis “comportamiento térmico del espacio arquitectónico en construcciones de adobe” Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias en arquitecturas y urbanismo en el Instituto Politécnica Nacional. El autor tiene como objetivo específico calcular las propiedades térmicas que están relacionadas con la densidad. Concluye que, en base a los resultados obtenidos de conductividad térmica, se puede afirmar que los muros de menor densidad tienen una mejor conductividad térmica en climas fríos ($\rho < Q$), Y que las densidades de los materiales no inciden de manera directa en la conductividad debida que no se emplea el valor de la densidad en el cálculo de la conductividad. También el autor dice que la resistencia térmica y la transmitancia se obtuvieron valores iguales debido a que los muros tienen el mismo espesor.

Se debe actualizar las informaciones de las estructuras de las viviendas de adobe como indica;

(TORRES Barrera,2015), en su tesis “Estudio Sobre Diseño Sísmico en Construcciones de Adobe y su Incidencia en la Reducción de Desastres”, trabajo para obtener el grado de Ingeniero Civil, en la Universidad Central del Ecuador. El autor dice; En cuanto al uso de las estructuras se puede observar que el 100% de las mismas son de uso familiar como vivienda. Se observa que el mayor porcentaje de daños en las estructuras de adobe son grietas verticales y Dislocamientos de las esquinas con un 24%,sin dejar de tener un porcentaje alto las estructuras con vigas corridas y derrumbe de muros los resultados son; Al ser un proceso constructivo pasado de generación en generación entre sus habitantes y sin ningún tipo de actualización en la información de este material, verificamos que el 80% de las estructuras no cumplen con el dimensionamiento mínimo de sus partes como: cimientos, muros, traslapes, cubierta, etc. Además, acota que existen materiales de la zona que se pueden implementar en el mejoramiento y refuerzo de las estructuras existentes, pero no son consideradas por los habitantes por desconocer sus propiedades.

Por ello es necesario brindar informaciones acerca de las alternativas que se puede adicionar al adobe para mejorar las propiedades mecánicas como, por ejemplo;

(RÍOS Pérez, 2010), en su tesis “Efecto de la Adición de Látex Natural y Jabón en la Resistencia Mecánica y Absorción del Adobe Compactado”, tesis para obtener el grado de Maestro en ciencias, en el Instituto Politécnica Nacional de México. Según el autor se realizó el ensayo de resistencia a flexión, respecto al efecto provocado por el látex y jabón se observó que la interacción entre estos materiales con el suelo es positiva, ya que aumenta la resistencia la flexión respecto a la muestra control. Sin embargo, las mezclas que contienen 0.5% de jabón se mantuvieron en el mismo rango de resistencia a la flexión para los tres niveles de adición de látex, mientras que las mezclas con 1.0% de jabón, se observó un comportamiento de incremento de la resistencia conforme se incrementa la cantidad de látex.

También dice; (ALDAY Jaime, 2014), en su tesis “Efecto de los estabilizadores en las propiedades físicas del adobe” “adobes utilizados para la reconstrucción”, tesis para optar por el grado de Constructor Civil, en la Universidad Andrés Bello de Chile. El autor indica que la resistencia a compresión en el adobe promedia los 11,43 Kgf/cm² con la adición de cemento esta llegó hasta los 80,89 Kgf/cm² mejorando sustancialmente su capacidad, la adición de emulsión asfáltica también mostró grandes mejoras en las resistencias, esto se debe al incremento en la densidad que genera el asfalto en el adobe y la buena unión con suelo producto de su carga catiónica, con solo un 2% de la emulsión se logra un incremento de un 7% en comparación con el adobe patrón.

Como también entre los antecedentes nacionales tenemos a; (PIÑAS Moya, 2018), en su tesis “Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito” tesis previo a obtener el título profesional de ingeniero físico, en la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería) de Lima. El autor tiene como objetivo determinar la conductividad térmica del adobe, obteniendo como resultado la conductividad térmica promedio del adobe sin Stipa ichu y con Stipa ichu fue de 0,371Wm⁻¹K⁻¹ y 0,349Wm⁻¹K⁻¹, respectivamente.

También existen investigaciones nacionales de viruta y aserrín del eucalipto como es el caso de;

(CARHUANAMBO López, 2016), en su tesis “Propiedades Mecánicas y Físicas del Adobe Compactado con Adición de Viruta y Aserrín,” Tesis para previo a optar el grado

profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad Privada del Norte de Cajamarca. El autor se plantea como hipótesis que al aumentar en porcentajes de 1.5 %, 3.0% y 4.5%, de viruta y aserrín de Eucalipto, en el adobe compactado, mejora sus propiedades mecánicas en ambos casos, en resistencia a compresión hasta en 5%, en resistencia a flexión hasta en un 10%, y mantiene su propiedad física de resistencia a la absorción de agua. La hipótesis planteada no cumple en su totalidad ya que los ensayos de adobe realizados en sus diferentes porcentajes de adición de viruta arrojaron una resistencia mínima a compresión y flexión de 28.04 kg/cm² y 19.38 kg/cm² respectivamente cumpliendo con la hipótesis planteada y los adobes con adición de aserrín arrojó una resistencia mínima de compresión y flexión de 13.64 kg/cm² y 9.81 kg/cm² respectivamente, así no cumpliendo con la hipótesis planteada; Además en ambos casos la propiedad física de absorción de agua se mantiene constante cualquiera sea la dosificación de fibra vegetal.

Es necesario conocer las características físicas de las fibras que se va adicionar al adobe, como es el caso de la madera de *Pinus Radiata*.

(BAUTISTA Aguilar, 2014), En su Tesis de “Evaluación de la Resistencia al Corte Paralelo a la Fibra, de la Madera *Pinus Radiata*, Determinado por el Método de Punzonamiento y el Método de la Norma ASTM O-143-09/2010” Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil de la Universidad Nacional de Cajamarca. El autor tiene como objetivo específico determinar las propiedades físicas de la madera: contenido de humedad y densidad básica obteniendo como resultado del porcentaje de humedad de 20% según el método ASTM O-143-09/2010, y el 19.36% según Método de Punzonamiento. Y su densidad básica es 0.48 y 0.40 para el método de ASTM O-143-09/2010 y Método de Punzonamiento respectivamente.

Desarrollaremos el marco teórico para el sustento de la siguiente investigación;

El eucalipto tiene su origen en Australia, este árbol puede crecer hasta los 60 metros de altura, su composición del tronco se encuentra en compresión (parte interior del tronco) y la parte periférica se encuentra en tensión a lo largo de su longitud, esto es debido al crecimiento del eucalipto. Es decir, es un recurso renovable que depende de su estructura interna de la madera, como también de la disposición de la fibra.

Según (FERNÁNDEZ Egusquiza, 2008), las primeras plantaciones tecnificadas del eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) se introdujo al Perú por los años 1860, fue en estos años el Estado

otorgó asistencia técnica y crediticia a las comunidades campesinas en el sector de la sierra, pero se encontraron aproximadamente 150000 hectáreas de plantaciones de eucalipto que pueden ser aprovechables para efectos de proyectos en los departamentos de Junín, Cusco, Cajamarca y Ancash (p.39).

Tabla 1. Composición química media de las diferentes partes de un eucalipto

Fracción química	Tronco	Corteza	Copa*	Ramas**
Celulosas	52,8 ± 2,0	53,1 ± 2,7	53,6 ± 1,5	40,1 ± 1,3
hemicelulosas	16,0 ± 2,0	12,0 ± 4,2	17,5 ± 1,2	17,8 ± 1,9
Lignina	19,3 ± 0,7	18,8 ± 1,9	19,4 ± 0,9	21,5 ± 0,9
Extractos	4,9 ± 1,0	12 ± 3,5	3,7 ± 0,6	18,5 ± 2,4
Cenizas	0,54 ± 0,09	3,37 ± 0,64	1,41 ± 0,57	2,97 ± 0,40

Fuente: Pereira, H. (1988)

*Copa: madera cuyo tronco no supera los 6cm de diámetro (incluida la corteza)

La fibra es la parte que se encuentra al interior de la corteza del eucalipto, la cual nos llama la atención por la composición celular y el sentido de la orientación de las fibras a lo largo de su longitud como también en su sección transversal; cómo se puede observar en la siguiente figura.

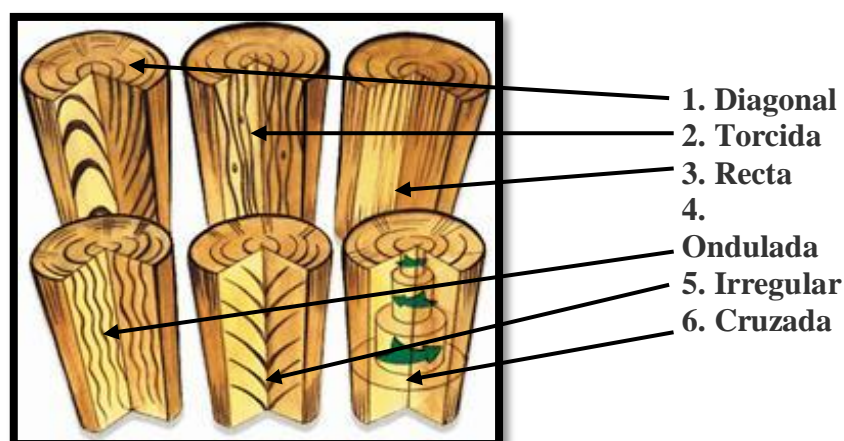


Figura 1. Clasificación según el sentido de las fibras

Propiedades mecánicas de la fibra del eucalipto; El tronco que posee la mayor cantidad de nodos tendrá baja resistencia a tracción, pero en el sentido de la fibra aumentará la resistencia

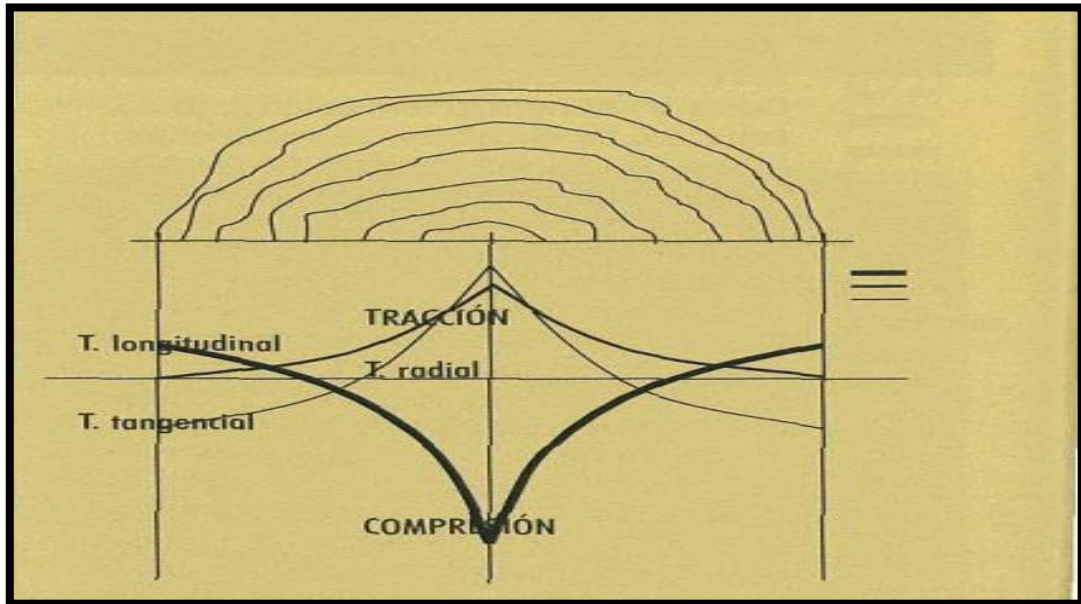


Figura 2. Comportamiento de las fibras

Fuente: DR. Ingeniero de montes Carlos Baso López, el 1º seminario internacional sobre productos sólidos de madera de alta tecnología.

La propiedad de tracción tiene como característica a la oposición, a deformarse frente a una acción de una fuerza, la cual actúa perpendicularmente a lo largo de su longitud.

Tabla 2. Esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad (kg/cm²)

Grupo	Flexión fm(**)	Tracción Paralela ft	Compresión Paralela fc//	Compresión Perpendicular fc_I_	Corte Paralelo fv	E mín(*)	E promedio (*)
verde	260	...	133	...	2	61,000	100,000
seco	283	...	131	...	3.4	77,000	120,000

Fuente: Buena Tierra “Apuntes para el Diseño Contrucción con adobe

El adobe es un tipo de ladrillo sin cocer, que es utilizado en el sector construcción y se elabora de una masa de barro entre sus componentes posee paja o ichu a la cual se da forma de un ladrillo mediante un molde, luego pasa a ser secado a la temperatura del ambiente; con ellos podemos construir diversos tipos de elementos estructurales, como paredes, muros y arcos.

El Reglamento Nacional de Edificaciones E-080 (2017, p.4) lo define como “unidad de tierra cruda, que en el proceso de su elaboración puede ser mezclada con paja o arena gruesa, con el fin de mejorar su resistencia mecánicas y durabilidad”

(BESTRATEN, HORMÍAS, Y ALTEMIR, 2010); lo define a la unidad de adobes compactados como tierras comprimidas que se fabrican con moldes prismáticas, aumentando su compacidad como también la resistencia mecánica; suelen adicionarse a las mezclas estabilizantes como cemento o cal.

Propiedades físicas del adobe tenemos los siguientes:

Dureza; Es una propiedad referida a la resistencia del material a ser penetrada, esta característica del eucalipto hace que sea utilizado en el sector construcción como refuerzo estructural, además nos permite conocer el grado de trabajabilidad de un material. La dureza esta relacionada directamente con la densidad, a mayor dureza mayor sera la densidad.

Densidad es una característica del eucalipto, que tiene que ver con el contenido de humedad (composición química), esta propiedad también nos va permitir dar información del comportamiento térmico de manera significativa del desempeño térmico de los materiales ya que es una propiedad propia de la termodinámica, del adobe, la densidad es la división la masa y volumen (kg/m³).

Tabla 3. Densidad promedio en gr/cm³.

Básica	0.74
Saturada	0.965
Anhídrida	0.806

Fuente: Buena Tierra “Apuntes para el Diseño Construcción con adobe”

Contenido de humedad; El comportamiento y la resistencia de los suelos esta relación del contenido de humedad, el cual es la cantidad de agua que contiene un material, estas propiedades va influir en el momento del secado del adobe ya que esta en relación directa con la densidad y las propiedades de comportamiento de la fibra del eucalipto, van a variar debido al factor de edad del eucalipto. Si consideramos al eucalipto a una edad de 30 años, donde su punto de saturación de la fibra es de 35 y un 40%, el cual es mucho más elevado a comparación de otras especies, también sus coeficientes totales de contracción son

elevados, estimándose en un 8 a 9% en la dirección radial y en un 14 a 15% para la dirección tangencial(revista CIS madera, p 29).

Fórmula 1. Contenido de Humedad

$$W (\%) = W_w / W_s * 100 \dots\dots\dots (1)$$

Fuente: ASTM C566-97, 2004

Dónde:

W_w : Peso del agua que contiene la muestra

W_s : Peso de su fase sólida

Entre las propiedades mecánicas del adobe tenemos los siguientes:

Resistencia a compresión; Esta propiedad es la mas importante, porque nos define la calidad estructural, ya que se opone a la deformación por la acción de eventos que pueden susitar o provocado por otros agentes externos que provoque el deterioro. Por sus características es muy utilizado en el sector construcción, (ENCISO, 2016, p.5)

Fórmula 2. Resistencia a la compresión simple

$$F_b = \frac{P_m}{A_b} \dots\dots\dots (2)$$

Fuente:NTP.399.613,2003

Dónde:

F_b : Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm2)

P_m : Carga máxima de rotura (kg)

A_b : Área bruta de la unidad de albañilería (cm2)

Según (PÉREZ, 2014); algunos factores que influyen en la resistencia a la compresión en el fibra del eucalipto son:

- La inclinación de la fibra. Hay una diferencia entre las resistencias en las direcciones longitudinales y transversales, siempre menor que en la resistencia a tracción.

- La humedad. Su influencia de la humedad es prácticamente nula por encima del punto de saturación de las fibras y aumenta a partir de dicho punto, al disminuir la humedad. Entre el 8 y el 18% de humedad, considerando que la variación es lineal.
- Temperatura. Al aumentar la temperatura disminuye linealmente la resistencia.
- Nudos. la influencia es menor que en la resistencia a tracción.
- Composición química. Las maderas de árboles tropicales tienen mejor comportamiento a compresión por que en su composición química posee mayor cantidad de lignina.

Resistencia a flexión, también llamado módulo de rotura; Este tipo de ensayo es sometido a esfuerzos máximos; su determinación depende de la ubicación del el esfuerzo a la que es sometido hasta que se produzca la falla.

Fórmula 3. Módulo de rotura

$$M_r = \frac{P*L}{b*h^2} \dots \dots \dots (3)$$

Fuente: NTP. 339.078, 1999

En dónde:

M_r :Módulo de rotura (kg/cm²).

P : Es la carga máxima de rotura (kg).

L : Es la luz libre entre apoyos (cm).

P : Es el ancho promedio de la probeta en la sección de falla (cm)

h : Es la altura promedio de la probeta en la sección de falla (cm)

LAMBDA-UNI

Es un equipo medidor de Conductividad Térmica, es un método de ensayo para determinar la transferencia del calor en estado estacionario en especimenes homogéneos y de superficies planas, este equipo está diseñado y construido siguiendo las recomendaciones de la norma ASTM C 177.

Debemos tener los conceptos claros para ello definiremos acerca de la temperatura y calor.

La temperatura nos indica el nivel térmico de un cuerpo el cual están asociadas al movimiento de partículas que lo componen, dicho en otras palabras, es la sensación de caliente o frío al tocar algún material.

El calor se define como la forma de energía que se transfiere (energía en tránsito) de un cuerpo de mayor temperatura a otro cuerpo de menor temperatura. Existen tres tipos de mecanismos de transferencia de calor: convección, conducción y radiación según (AYARQUISPE López, 2019, p.36).

MECANISMO DE TRANSFERENCIA POR CONDUCCIÓN

El mecanismo de transferencia de calor por conducción en un sólido se genera por contacto directo debido a las vibraciones de sus moléculas, sabemos que el calor emitido hacia un material es directamente proporcional al área expuesta que recibe el calor, la rapidez de la propagación del calor va depender del medio, el espesor y las características del material.



Figura 3. LAMBDA-UNI

Fuente: Piñas, J. (2018) Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito.

En todo proceso de transporte ya sea flujo de calor, electricidad, fluidos, etc; la cantidad que fluye es directamente proporcional a la diferencia de potencial e inversamente proporcional a la resistencia.

Esta diferencia de potencial en el flujo de calor es la diferencia de temperaturas y la resistencia se debe a la rigidez de las moléculas que son obstaculizados al momento de su vibración o también se debe a la presencia de huecos en el material.

Fórmula 4. Intensidad de flujo

$$\text{Intensidad de flujo} = \frac{\text{Potencia}}{\text{Resistencia}} \dots \dots \dots (4)$$

PRINCIPIO DE OPERACIÓN

Fourier determinó de forma empírica los fenómenos de transferencia de calor y estableció la siguiente ecuación.

Fórmula 5. Ecuación de Fourier

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = k A \frac{\partial T}{\partial x} \dots \dots \dots (5)$$

Dónde:

Q: calor transmitido por conducción (W/m²)

X: espesor de material (m)

A: Área normal al flujo del calor (m²)

K: conductividad térmica del material (W/mK)

t: tiempo(s)

T: temperatura (K)

Tipos de régimen de flujo de calor

Existen dos tipos de régimen, transitorio y estacionario, pero nos enfocaremos especialmente en el régimen estable permanente o estacionario ya que el régimen transitorio es más complejo de analizar debido a su inestabilidad de temperatura.

Régimen estable permanente o estacionario ($q=cte$)

Es necesario entender el sustento teórico en el cual se basa Fourier dicho en otra manera la interpretación de la fórmula, que la intensidad del flujo se calcula por tres variables, la conductividad térmica del material, el área disponible para el flujo de calor y la gradiente de temperatura si variamos cualquiera de estos tres variables tendremos una variación en la intensidad del flujo de calor, pero si hacemos que las variables como la conductividad térmica del material y el área disponible para el flujo de calor permanezcan constantes, el único variable a medir sería el gradiente térmico en consecuencia para que la temperatura permanezca constante el flujo de calor también es constante.

Por la segunda ley de la termodinámica, el flujo de calor va desde un cuerpo de temperatura mayor hacia un cuerpo de temperatura menor y las condiciones de mecanismo de transferencia de calor se da por conducción en estados estacionarios en un cuerpo con características homogéneas, isótropos, de densidad constante, de superficies planas y que este limitado por tres pares de áreas paralelas e intersectados entre si perpendicularmente (forma de un paralelepípedo rectangular) y con una función lineal de temperatura ($q= cte$) según (PIÑAS Moya, 2018).

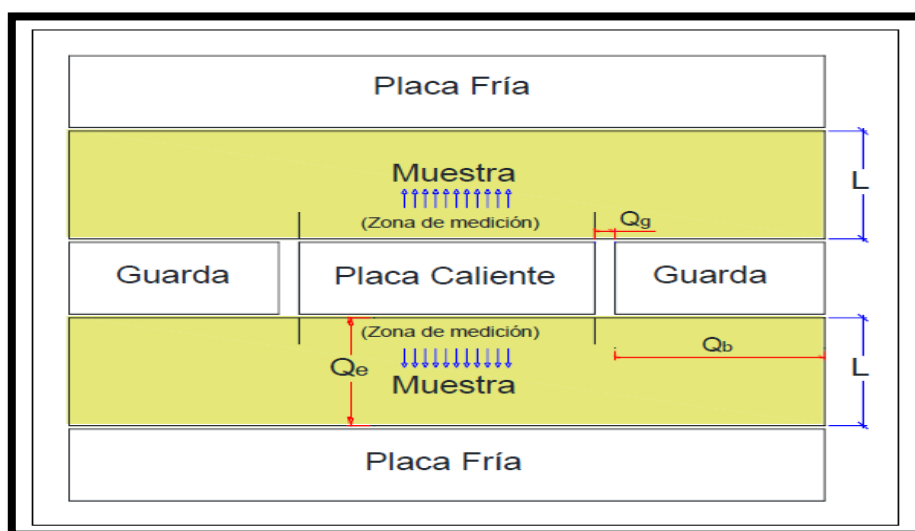


Figura 4. Sección transversal del aparato de placa caliente con guarda (APCG)

Fuente: Ayarquispe, E. (2019) “Propuesta De Un Sistema Constructivo Con Aislamiento Térmico Utilizando Totora, Madera Y Revoque De Mortero En Zonas Altoandinas”.

Bajo estas condiciones el flujo de calor se transmite por medio de los especímenes en sentido vertical desde mayor temperatura (placa central) hacia temperaturas menor (placas frías), podremos determinar la conductividad térmica del material mediante la ley de Fourier.

Fórmula 6. Conductividad térmica

$$\lambda = \frac{Q e}{\Delta T S} \left(\frac{W}{mK} \right) \dots \dots \dots (6)$$

Dónde:

λ : Conductividad térmica del material

Q: calor transmitido por conducción (w)

e: espesor de material(m)

S: Área normal al flujo del calor (m)

ΔT : Gradiente temperatura (K)

La medición del ensayo de Conductividad Térmica se realizó en las inmediaciones del Laboratorio de Física en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) a continuación definimos las características principales del equipo.

COMPOSICIÓN DEL EQUIPO MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA-UNI

Según (PIÑAS Moya, 2018), indica que el equipo medidor de conductividad térmica está compuesto por;

PLACAS FRÍAS: Las placas frías están compuesta por un disco de aluminio, un serpentín de cobre de ¼”, mangueras aisladas para la circulación del agua desde el chiller, además posee in situ 1 termopar el cual se inserta por un agujero.

PLACA CENTRAL: Está compuesta por anillo de guarda y la zona de medición

- a. **Zona de medición:** Posee in situ 3 termopares fijos distribuidos angularmente equidistante, nicrom (resistencia) y fuentes de alimentación.
- b. **Anillo de Guarda:** El anillo de guarda bordea a la zona de medición y posee 3 termopares in situ fijos, nicrom (resistencia) y fuentes de alimentación.

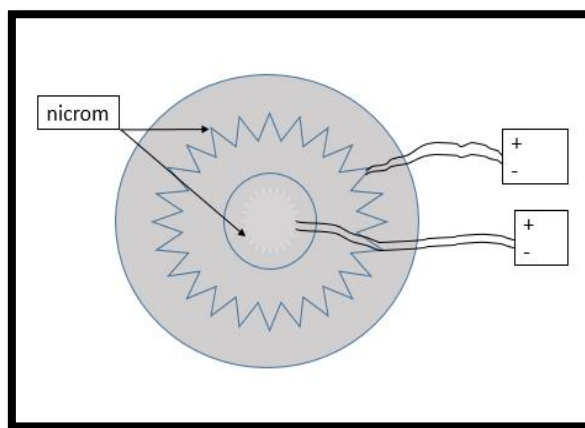


Figura 5. Sistema de calefacción

Entre las propiedades térmicas tenemos:

Es importante conocer las cualidades y el comportamiento térmico de los materiales, por que nos permitirá conocer los cambios de temperaturas y resolver las exigencias climáticas que es sometido las viviendas en el sector de las altas andinas, ademas de ello las interacciones de calor que existe, el comportamiento de progación de calor, el cual fluye desde mayor temperatura a baja temperatura.

(CÁRDENAS Díaz, 2014) lo define, La energía térmica es la enegía interna que esta relacionada con los movimientos de los átomos y moléculas de un cuerpo; Cuando esta energía es transferida a otro cuerpo, se denomina calor, termina la transferencia cuando llega al punto de equilibrio térmico de los cuerpos y el calor pasa a ser energía interna del otro cuerpo (p.50).

Difusividad térmica; La difusión térmica determina la variación de temperatura de los materiales, es decir la transferencia de energías; es una propiedad específica de cada material y esta caracterizada a la velocidad con que gana o pierde el calor durante un periodo de tiempo.

Ademas según (FLORES Y LESINO, 2004), La difusividad térmica va variar con el contenido de humedad; porque la difusividad térmica esta en función a la relacion de la conductividad

térmica entre capacidad calorífica y la densidad y el comportamiento de la difusividad en un sólido esta dado por el resultado de la variación de esas propiedades sumado con el contenido de humedad y el grado de compactación.

Fórmula 7. Difusividad térmica

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho C_p} \left(\frac{m^2}{s} \right) \dots \dots \dots (7)$$

Dónde:

α : difusividad térmica

λ :conductividad térmica

ρ :densidad del material

C_p :capacidad calorífica

Conductividad térmica; La conductividad térmica es la capacidad de un material para conducir energía en forma de calor a través de su estructura interna, el cual esta dada por la ley de Fourier, es el coeficiente que relaciona el flujo de calor por unidad de tiempo, por unidad de área de una superficie isotérmica (orientada hacia la dirección de baja temperatura), con el gradiente de temperatura el cual es un vector normal a la superficie isotérmica. La conductividad térmica depende de las condiciones del ambiente como la humedad relativa y principalmente de la densidad (PIÑAS Moya,2018).

Fórmula 8. conductividad térmica

$$q = - \lambda \Delta T \text{ (W.m2)} \dots \dots \dots (7)$$

Dónde:

λ : conductividad térmica

ΔT : gradiente de temperatura

Capacidad calorífica; La capacidad calorífica de un cuerpo es la razón entre el calor suministrado y la variación de temperatura. Según (MORLERA Pera y otros, 2007), Cuando suministramos calor a un material sólido, este aumentara su temperatura,

indicando que este material tiene la capacidad de absorber energía. Entonces la capacidad calorífica es una propiedad que indica la capacidad de un material de absorber calor de su entorno; representa la cantidad de energía necesaria para aumentar la temperatura en una unidad (p.668)

Calor específico; Según (MINKE,2015), es la cantidad mínima requerida para calentar 1 kg de un material a 1°C se denomina, calor específico c. el barro tiene un calor específico de 0.1 kJ/kgK que es igual a 0.24 kcal/kg°C (p.38).En términos generales el calor específico es una propiedad simple que tienden acumular calor en su propia masa

Tabla 4.características térmicas básicas de algunos materiales de construcción

MATERIAL	DENSIDAD kg/m³	CONDUCTIVIDAD W/mC	CALOR ESPECÍFICO J/kg.C
Adobe	1,600	0,60	1,480
Alfombra	1,000	0,05	1.35
Azulejo Cerámico	2,300	1,30	840
Baldosas Cerámicas	18,500	0,81	...
Bloque de Hormigón Ligero	1,400	0,56	1,050
Bloque de Hormigón Ligero Macizo	1,000	0,33	1,050
Empastado	800	0,30	920
Enlucido	2,000	1,40	1,050
Hormigón armado	2,400	2,30	1,000
Hormigón Ligero	1,000	0,40	1.05
Ladrillo Hueco	1,200	0,49	920
Ladrillo Macizo	1,700	0,66	837
Ladrillo de Piso	800	0,80	840
Madera	840	0,13	1,381
Madera Ligera	510	0,10	1,386
Madera Normal	600	0,14	1,210
Madera Pesada	800	0,21	1,255
Mármol	2,500	2,10	879
Pintura	1,200	0,20	1,460
Piso Flotante	780-790	0,20	1,700
Piso de Hormigón	2,400	1.63	1,050
Porcelana	2,350	0,81	...
Tejas Cerámicas	1,650	0,76	...
Tierra Vegetal	1,800	1,80	920
Vidrio	2,500	0,95	836
Yeso Aplanado	700	0,19	840
Yeso (Cielo Raso)	900	0,18	920

Zinc	7,130	111,00	380
------	-------	--------	-----

Aislamiento térmico, lo define (AYARQUISPE Lopez, 2019) como la capacidad del material en oponerse al flujo del calor por conducción(p.35). Es la inversa a la conductividad térmica

Para el aislamiento térmico es necesario conocer las características de las propiedades físicas de los materiales como el color de las superficies, porque el color oscuro tiene una mejor absorción de la radiación solar. En climas de temperatura bajas es necesario incorporar aislamientos térmicos en los muros de la envolvente (sobre todo en los orientados al sur), permitiendo un aislamiento de retención de calor en la parte interior del ambiente, como también en la parte exterior de la pared de la vivienda la acumulación de calor que puede generar una disminución en la amplitud de temperatura del aire (HUAYLLA Roque, 2010; p.37)

En la actualidad se han estado implementando el confort térmico, en viviendas existentes como en viviendas nuevas, pero de una forma de diseño arquitectónica, entre los sistemas tenemos los muros trombe modelo fito toldo los ductos solares, cielos rasos, pisos aislantes, toldo que funciona como el efecto invernadero, cocinas mejoradas, y lo más importante, es la educación y la orientación, el fortalecimiento de las capacidades en las familias y en las organizaciones comunitarias (HARMAN L., 2010; p.3).

El confort térmico lo definimos como una sensación subjetiva de satisfacción o bienestar ante ciertas características y movimientos del aire que genera un ambiente neutro. Es subjetiva si se expone a un grupo de individuos a las mismas condiciones de ambientes, los cuales pueden manifestar sentirse bien con el espacio confortable térmicamente, como también habrá la posibilidad que otros individuos tengan una sensación opuesta. Dicho de otra manera, el confort térmico es una sensación neutra, basado en el hecho de no tener frío ni calor (DÍAZ Y CALLEHUANCA, 2013, P.5).

A continuación, plantearemos el problema general y específico de la siguiente investigación en forma de pregunta partiendo de nuestra realidad problemática, además plasmaremos nuestros objetivos generales y específicos mediante las hipótesis generales y específicas planteadas.

Como problema general tenemos:

- ¿De qué manera influirá la fibra del eucalipto en las propiedades mecánicas y térmicas del adobe en el Distrito de Cajamarquilla-Ocros-Áncash?

Los problemas específicos:

- ¿De qué manera influirá las fibras del eucalipto en la propiedad mecánicas del adobe?
- ¿De qué manera influirá la fibra del eucalipto en la conductividad térmica del adobe?

La justificación es importante porque nos permite ver si la investigación es sostenible para ello la justificación es;

a. En lo económico

La conservación de la temperatura en las viviendas, traerá consigo un beneficio en la salud tanto en las personas como en los animales ya que reduciremos los índices de la mortalidad infantil y las enfermedades bronquiales; Asimismo la ejecución de obras con esta nueva unidad de adobe representaría un menor costo en el sector construcción y por ende facilitaría la adquisición de viviendas propias.

b. Beneficio

Otros de los puntos importantes es el aspecto social el bajo costo de adquisición de las viviendas, el cual está al alcance de las personas de bajos recursos. Los habitantes del distrito de Cajamarquilla serán beneficiados con este proyecto ya que mejora la calidad de vida de las personas y animales con el confort de las nuevas viviendas.

c. Técnico

La presente investigación consiste en conocer el comportamiento térmico del adobe con la adición de fibras del eucalipto, el cual nos permitirá mejorar las condiciones térmicas de las viviendas generando la zona de confort del usuario frente a las inclemencias de las bajas temperaturas del tiempo en zonas altas mayores a 3500 msnm, como es el caso de la Ciudad de Castrovirreyna, como sostiene (DÍAZ E, y otros, 2014).

d. Ambiental

Los agregados que se utilizan para la elaboración del adobe son amigables con el medio ambiente ya que no producirá contaminación al momento de su elaboración de una nueva unidad de adobe, sino al contrario ayudara a reducirla, porque es netamente natural, renovable y limpio.

Como hipótesis general tenemos:

Influye la fibra del eucalipto en las propiedades mecánica y térmica del adobe en el Distrito de Cajamarquilla-Ocros-Áncash

Hipótesis específicas son:

- Influye las fibras del eucalipto en la propiedad mecánica del adobe
- Influye la fibra del eucalipto en la conductividad térmica del adobe.

Como objetivos generales tenemos:

Determinar la influencia de la fibra del eucalipto en las propiedades mecánicas y térmicas del adobe

Objetivos específicos son:

- Determinar la influencia de las fibras del eucalipto en la propiedad mecánica del adobe.
- Determinar la conductividad térmica del adobe

II. MÉTODO

2.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

a. Tipo de investigación

Según (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2010), el Tipo de Investigación es aquella que brinda el lineamiento de la investigación así mismo la recolección de información y referencias necesaria. Por ello la siguiente investigación es de tipo “**aplicada**”, debido a que se consultó diferentes fuentes bibliográficas, revistas, tesis, etcétera adquiriendo así conocimiento para aplicar en el desarrollo de esta investigación, teniendo en cuenta que la investigación busca solucionar problemas.

b. Nivel de investigación

Esta investigación se encuentra en el nivel de investigación “**explicativa**”, porque mediante un estudio relacional entre variables se puede informar sobre la influencia que causa la variable independiente, buscando la relación de causa – efecto con la variable dependiente con la adición de la fibra de eucalipto.

c. Diseño de investigación

Lo define (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2015) como:

La herramienta creada para obtener informaciones deseadas y posteriormente dar respuesta al planteamiento del problema; teniendo en cuenta que los tipos de diseños no tienen las mismas características; si el diseño está bien planteado, los resultados tendrán la posibilidad de generar de nuevos conocimientos.

Esta investigación, se ubicó en el “**experimental**”, puesto que manipularemos las variables, así mismo se medirán los efectos de la variable independiente sobre la variable dependiente como lo define (HERNÁNDEZ Roberto, y otros, 2015, p. 128).

2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

VARIABLES	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
FIBRA DEL EUCALIPTO	Es la parte que se encuentra al interior de la corteza del eucalipto, la cual nos llama la atención por la composición celular y el sentido de la orientación de las fibras a lo largo de su longitud, como también en su sección transversal.	Según Valencia y Sánchez, (2017); La madera está formada, el 50 % por celulosa, el 30 % por lignina y el resto por la hemicelulosas, materias tánicas, colorantes, resinas y albúminas. Su composición química es 50% de carbono, 6% de hidrógeno, 42 % de oxígeno, 1 % de nitrógeno y 1 % de cenizas. .	PROPIEDAD FÍSICA	CONTENIDO DE HUMEDAD
				DENSIDAD
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE	Son propiedades del material relacionadas con su capacidad de transmitir y resistir fuerzas o deformaciones	Según De la Cruz y Gutarra,(2017); El bloque de tierra compactado resulta de la mezcla de tierra y agua, con o sin la adición de cemento como agente estabilizante, el cual es aportado en proporciones variables partiendo del 0% y aumentando cada 5%, hasta llegar al 20% y sometido a compresión en una prensa hidráulica del tipo gato invertido ya que la presión que se da es vertical hacia abajo, contrario a las prensas manuales del tipo gata de botella.	RESISTENCIA A ESFUERZOS	COMPRESIÓN
				FLEXIÓN
				ABSORCIÓN
PROPIEDADES TÉRMICAS DEL ADOBE	La energía térmica es la energía interna que está relacionada con los movimientos de los átomos y moléculas de un cuerpo. Cuando esta energía es transferida a otro cuerpo, se denomina calor, cuando la transferencia se termina al llegar al equilibrio térmico de los cuerpos el calor pasa a ser energía interna del otro cuerpo (Cárdenas, 2014, p.50).	La conductividad térmica es el coeficiente que relaciona el flujo de calor por unidad de tiempo, por unidad de área de una superficie isotérmica (en la dirección de disminución de la temperatura), con el gradiente de temperatura el cual es un vector normal a la superficie isotérmica (Piñas, 2018)	PROPIEDAD TRANSMITANCIA DE CALOR	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA
				CONVECCIÓN TÉRMICA

2.2.1MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	ESCALA
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera influirá la fibra del eucalipto en las propiedades mecánicas y térmicas del adobe en Cajamarquilla-Ocros-Áncash?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la influencia de la fibra del eucalipto en las propiedades mecánicas y térmicas del adobe en Cajamarquilla-Ocros-Áncash.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Influye la fibra del eucalipto en las propiedades mecánica y térmica del adobe en Cajamarquilla-Ocros-Áncash.</p>	<p>propiedades mecánicas del adobe</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayo a compresión • Ensayo de flexión • Contenido de humedad 	<p>Intervalo</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>¿De qué manera influirá las fibras del eucalipto en la propiedad mecánicas del adobe?</p> <p>¿De qué manera influirá la fibra del eucalipto en la conductividad térmica del adobe?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la influencia de las fibras del eucalipto en la propiedad mecánica del adobe.</p> <p>Determinar la conductividad térmica del adobe.</p>	<p>Hipótesis específicos</p> <p>Influye la fibra del eucalipto en la propiedad mecánica del adobe.</p> <p>Influye la fibra del eucalipto en la conductividad térmica del adobe.</p>	<p>propiedades térmicas del adobe</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conductividad térmica • Difusibilidad térmica 	<p>Razón</p>

2.3 Población, muestra y muestreo

a. Población

Para los autores (RODRÍGUEZ, OCHOA Y PINEDA, 2010), definen la Población como la generalidad global a estudiar, a los cuales se les puede observar características particulares, dando inicio al objeto de estudio. El universo poblacional esta conformada por el laboratorio de mecánica de materiales N°1 de la Universidad Nacional de Ingeniería. La población de estudio está compuesta por el 100% en relación al universo poblacional

b. Muestra

(SAMPIERI, 2006) define una muestra como una pequeña cantidad de elementos extraídos y que es representativa de la población, de los cuales contiene información necesaria de una población. Mi muestra está conformada por las 80 unidades de adobes. Este tipo de muestreo no-probabilístico con un muestreo intencional se define como ensayos básicos que podrán ser observados las propiedades físicas, mecánicas y térmicas del adobe.

Para ensayo de conductividad; (PIÑAS Moya, 2018), lo define como

Un bloque macizo de tierra sin cocer al adobe, es decir sin la exposición a altas temperaturas (350°C), para mejorar sus propiedades mecánicas puede contener fibra vegetal u otro material además debe contener porcentualmente arcilla 10-20%, limo 15-15% y arena 55-70% y las dimensiones deberán estar en la proporción 1:2:4 (alto, ancho, largo; respectivamente).

Para ensayo a compresión; El Reglamento Nacional de Edificaciones, E-080, dice que se deben ensayar como mínimo de 6 bloques para determinar la resistencia a compresión.

Tabla 5. Muestras sometidas al ensayo de compresión

Muestra	características de Adobe
6	Cubo de adobe sin incorporar fibra de eucalipto
6	Cubo de adobe incorporado con fibra del eucalipto

Fuente: Elaboración propia, 2018

Para ensayo a flexión

Para la flexión la norma ASTM-C67 indica un mínimo de 6 unidades

Tabla 6. Muestras sometidas al ensayo de flexión

Muestra	características de Adobe
6	Cubo de adobe sin incorporar fibra del eucalipto
6	Cubo de adobe incorporado con fibra del eucalipto

Fuente: Elaboración propia, 2018

2.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Según (LÓPEZ F, 2013) dice que existe diversas maneras de obtener información, la técnica para obtener la información la más empleada es la observación directa visual teniendo en cuenta que los resultados están normalizados (Norma E.080). Para ello realizaremos ensayos y pruebas de laboratorios de suelo de la universidad de ingeniería.

Para la recolección de datos se trabajó con fichas técnicas, con el fin de un mejor control de nuestro dato

Instrumentos

Ensayo de Granulometría por tamizado (Norma Técnica Peruana 339. 128. 1999)

Cuantifica mediante tamizado la distribución partículas del suelo retenidas en el tamiz N°200

Aparatos

Balanzas

Horno

Agitador Mecánico de Tamices

Cronómetro

Termómetro

Tamices

Ensayo de Contenido de humedad; Este ensayo a cual es sometido el adobe con el propósito de determinar su contenido de humedad, la cual está dada en porcentajes (%) (Norma Técnica Peruana 339.127,1998).

Aparatos

Taras

Horno

Balanza

Ensayo a Compresión Nos basaremos en la NTP los esfuerzos de compresión del adobe (Norma Técnica Peruana 399.613 y 339.604),

Aparatos

Máquina para ensayo de compresión

Ensayo de flexión nos basaremos en la NTP Norma E.080)

Aparatos

Máquina para ensayo de flexión

Ensayo de Absorción de Agua (norma técnica peruana 399.613,2003)

Aparatos

Pistón

Balanza

Horno

Instrumento de recolección de datos

Para (ARIAS Fidas, 2006), son herramientas por parte del investigador para obtener informaciones durante el trabajo de investigación, para la recopilación de datos que se realizaran ensayos, para lo cual se cuenta con los laboratorios de Ensayo de Materiales de la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería), obteniendo los datos de las propiedades físicas, mecánicas y térmicas de las unidades del adobe.

Validez y Confiabilidad

Para la veracidad y validez de esta investigación se realizó consultando fuentes confiables, para lo cual en la siguiente investigación se realizarán ensayos en laboratorios en el desarrollo del proyecto de investigación y los resultados serán validados por tres expertos de la especialidad.

Para los instrumentos de medición se requieren estudios para determinar si estas inferencias son válidas y demostrar si tienen un nivel aceptable. Para lo cual es importante realizar dichos estudios para demostrar su efectividad (PERDOMO, 2012)

2.5 Método de análisis de datos

En la presente investigación, los datos que se obtienen de los laboratorios serán comparados mediante datos anteriormente investigadas para visualizar las diferencias que existe entre el grupo de control y el grupo experimental. Se **realizará un análisis**

explicativo, ya que con esta investigación lo que se busca conocer es el comportamiento termodinámico del adobe frente a las inclemencias de la naturaleza.

2.6 Aspectos éticos

La presente investigación busca respetar los derechos de autoría resaltando los principios éticos y morales, de las fuentes consultadas; Para mayor validez y autenticidad el presente proyecto de investigación será pasado por el software turnitin, el cual autenticará conjuntamente con el asesor la veracidad y autenticidad del proyecto de investigación.

III. RESULTADOS

3.1 EVALUACIÓN DE LOS PROPIEDADES DE LOS COMPONENTES DEL ADOBE

En el presente capítulo desarrollaremos los trabajos realizados in situ, los procesos de elaboración de los especímenes y los resultados obtenidos en los laboratorios; el cual nos permitieron conocer y evaluar las propiedades físicas, mecánicas y térmica del adobe mediante ensayos en laboratorio.

Exploración en campo

La selección de tierra se realizó empíricamente mediante la excavación de calicata siguiendo los anexos 01 y anexo 02 de la norma E.080 para la extracción del material y posteriormente ser llevado al laboratorio de suelos y materiales de la Universidad Cesar Vallejo para determinar las características de la tierra.

Ubicación de la calicata:

Departamento: Áncash

Provincia: Ocros

Distrito: Cajamarquilla

Altitud: 3518 msnm

Coordenadas: 10°21'13.79"S; 77°11'53.35"O

Accesos: Desde la ciudad de Lima es la siguiente;

- Lima–Barranca por medio de la Panamericana Norte, carretera asfaltada con una distancia de 190 km. en un tiempo promedio de 3:00 horas.
- Barranca–Pativilca por medio de la Panamericana Norte, carretera asfaltada con una distancia de 10 km. en un tiempo promedio de 0:25 horas.
- Pativilca–Huaylias, por medio de la carretera que va a Ocros, Cahua y Cajatambo, con una distancia de 60 km. en un tiempo promedio de 2:00 horas.
- Huaylias - Ocros por medio una trocha carrozable sin mantenimiento, con una distancia de 65 km. en un tiempo promedio de 2:00 horas.
- Ocros - Cajamarquilla, por medio de una trocha carrozable, con una distancia de 35.00 km. en un tiempo promedio de 2:00 horas

Clasificación del suelo

Contenido de humedad natural

Tabla 7. *Contenido de humedad promedio natural*

W(%) promedio	8%
----------------------	-----------

Fuente: Elaboración propia, 2019

Límites de Atterberg

Tabla 8. *Límites de Atterberg*

recipientes	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	A	B	EC	23	S/N
Nº golpes	33	24	15		
W recipiente + sw	33.94	32.4	34.37	31.91	31.45
Ws	31.26	29.93	31.39	30.26	29.84
W recipiente	21.17	20.99	21.45	21.3	21.09
HUMEDAD	26.56	27.63	29.98	21.20	

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 9. *Resumen del Límites de Atterberg*

Límite Líquido	27.85%	Límite Plástico	21.2%	Índice de Plasticidad	6.65%
----------------	--------	-----------------	-------	-----------------------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2019

Análisis granulométrico por tamizado

El análisis según la norma ASTM D422 nos permite determinar la distribución cuantitativa de las partículas del suelo; para el siguiente ensayo utilizamos 6 kg de material, con ello se tendrá porción de tierras secas y debemos pesarla, además de ello se tendrá la porción retenida por el tamiz Nº 200 (0.074 mm) la cual será lavada hasta que el agua que pasa queda cristalina para su posterior pesado y luego llevado al horno para el secado durante 24 horas

Tabla 10. Resumen general de clasificación de suelos

TAMIZ	%ACU. QUE PASA		DESCRIPCIÓN
3/4" – 4"	100 - 85.42	14.58%	G. Fina
4"- 10"	85.42 - 81.26	4.16%	A. Gruesa
10"- 40"	81.26 – 69.11	12.15%	A. Media
40"-200"	69.11 - 48.55	20.56%	A. Fina
FINOS		48.55%	

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 11. Análisis Granulométrico

% que pasa la malla N° 200	48.55%
-----------------------------------	--------

Fuente: Elaboración propia, 2019

Descripción del perfil estratigráfico

Los resultados de muestreo in-situ; se observa las raíces secas de las plantas silvestres de la zona con algunas presencias de desechos plásticos y restos de adobe de color marrón oscuro con compacto de espesor de 0.20m de profundidad con presencia arcilla limosa.

De acuerdo al resultado de los ensayos de laboratorio permitieron definir las características propias del suelo; que el porcentaje de material que pasa por la Tamiz N°200 es mayor al 50% y el tipo de suelo es CL – ML (arcilla limosa de baja plasticidad con arena fina, fina con baja plasticidad), según SUCS.

Determinación de la propiedad física de la fibra del eucalipto.

Tabla 12. Densidad

Dimensión de la muestra (cm)	23.2 X 19.6 X 25.6
DENSIDAD (g/cm3)	0.98

Fuente: Elaboración propia, 2019

La propiedad física de la fibra del eucalipto se determinó mediante la muestra en madera del eucalipto, con peso en su estado natural de 11,36 kg, el contenido de humedad dependerá de la temperatura ambiental.

Tabla 13. *Contenido de humedad de la madera del eucalipto.*

Peso inicial	11,36 kg
Peso secado en el horno	10.31 kg
% CONTENIDO DE HUMEDAD	10.2%

Fuente: Elaboración propia, 2019

FABRICACIÓN DE LOS ESPECIMENES

Todas las muestras fueron elaboradas en el Distrito de Cajamarquilla - Ocos –Áncash siguiendo las recomendaciones de la Norma Técnica Peruana (E.080).

Primero se fabricaron las muestras de adobes sin la adición de la fibra del eucalipto; para ello se extrajeron la tierra natural de la calicata, seguidamente se separó las piedras de grandes dimensiones y otros elementos extraños de gran tamaño que puedan modificar la composición del adobe. Luego se procedió a humedecer poco a poco a la arcilla hasta que absorba la cantidad necesaria de moléculas de agua para su posterior pisado hasta obtener una consistencia plástica; después de ello se dejó 24 horas de dormido (proceso de maduración), pasado las 24 horas estará lista para ser puesta en los moldes para dar forma al barro.

Previamente se humedecen los moldes para que no absorba la humedad del conglomerado y se debe poner el molde sobre la arena para que su desmolde sea fácilmente; se vierte el barro en el molde en dos tiempos primero hasta la mitad, luego se vibra así completando hasta llenar el molde. Para el proceso de desmolde se realiza con cuidado, porque tiende a deformarse, posteriormente los especímenes pasan a ser secado a temperatura ambiental protegiéndolo de los rayos solares directos (para protección de las muestras se utilizó plásticos), durante 28 días según la norma E.080.

Después pasado los 7 días el espécimen se encuentra en proceso de contracción se realiza con cuidado el volteo del espécimen para uniformizar el secado. Transcurrido los 28 días se hizo el traslado de la muestra a los laboratorios para fines de ensayos



Figura 6. Proceso de elaboración del adobe

Tabla 14. Cantidad de muestras de adobes fabricadas sin fibra de eucalipto.

Nº	DIEMENSIONES DE LA MUESTRA	UNIDAD	CANTIDAD	ENSAYO
1	16x16x3	Cm	2	Conductividad
2	14x28x10	Cm	20	compresión a pilas
3	12x12x8	Cm	6	Compresión a unidad
4	15x15x45	Cm	6	Flexión a la unidad
5	15x15x30	Cm	3	Comportamiento térmico
6	15x15x20	Cm	3	Absorción

Fuente: Elaboración propia, 2019

Para la fabricación de los adobes propuestos con adición de fibras del eucalipto el proceso fue similar, extrayendo la tierra de la calicata, se separó las piedras y otros elementos extraños de gran tamaño, luego se procedió a humedecer poco a poco a la arcilla hasta que absorba la cantidad necesaria de moléculas de agua para su posterior pisado paralelamente se fue adicionando la fibra del eucalipto hasta obtener una consistencia plástica; después de ello se dejó 24 horas (proceso de maduración); Los moldes antes de ello se deben de

humedecer y puestos en zonas de arenas para que su desmolde sea fácilmente, para la elaboración del adobe se vierte el barro en el molde en dos tiempos primero es hasta la mitad luego se vibra, así completando el molde para luego ser desmoldado con cuidado, porque tiende a deformarse, los especímenes posteriormente pasan a ser secado a temperatura ambiental protegiendo de los rayos solares directos (para protección de las muestras se utilizó plásticos), durante 28 días según la norma E.080.



Figura 7. Barro de arcilla

.....

Figura 8. Fibras del eucalipto

Tabla 15. Cantidad de muestras de adobes fabricadas con fibra de eucalipto

N°	DIEMENSIONES DE LA MUESTRA	UNIDAD	CANTIDAD	ENSAYO
1	16x16x3	cm	2	Conductividad
2	14x28x10	cm	20	compresión a pilas
4	12x12x8	cm	6	Compresión a unidad
5	15x15x45	cm	6	Flexión a la unidad
6	15x15x30	cm	3	Comportamiento térmico
7	15x15x20	Cm	3	Absorción

Fuente: Elaboración propia, 2019

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE

a. Ensayo de resistencia a compresión de la unidad

Tabla 16. Resistencia a compresión de unidad de adobe sin fibra del eucalipto

MUESTRA	DIMENSIÓN (cm)	EDAD (días)	PESO (kg)	CARGA ROTURA (kg)	ÁREA (cm)		ESFUERZO (kg/cm ²)
					l	a	
M3	12x12x10	28	2.1	2879	12	12	19.99
M4	12x12x10	28	2.31	2907	12	12	20.19
M5	12x12x10	28	2.31	2955	12	12	20.52
M6	12x12x10	28	2.2	3015	12	12	20.94
PROMEDIO							20.41

Fuente: Elaboración propia, 2019

La tabla 16 muestra la resistencia a compresión del adobe sin la adición de la fibra del eucalipto obteniendo como resultado promedio 20.41 kg/cm², comprendido por los cuatro mejores resultados de las seis muestras ensayadas en base a la norma E 080.

Tabla 17. Resistencia a compresión de unidad de adobe con fibra del eucalipto

MUESTR A	DIMENSIÓN (cm)	EDAD (días)	PESO (kg)	CARGA ROTURA (kg)	ÁREA (cm)		ESFUERZ O kg/cm ²
					l	A	
ME2	12x12x10	28	2.2	2900	12	12	20.14
ME4	12x12x10	28	2.31	2760	12	12	19.17
ME5	12x12x10	28	2.31	2742	12	12	19.04
ME6	12x12x10	28	2.2	3374	12	12	23.43
PROMEDIO							20.44

Fuente: Elaboración propia, 2019

La tabla 17. Nos muestra la resistencia a compresión del adobe con la adición de la fibra del eucalipto obteniendo como resultado promedio 20.44 kg/cm², comprendido por los cuatro mejores resultados de las seis muestras ensayadas en base a la norma E 080, además superando la resistencia última de la norma de 10.2 kg/cm².

b. Ensayo de resistencia a flexión de la unidad

Tabla 18. Resistencia a flexión de unidad de adobe sin fibra del eucalipto

MUESTRA	DIMENSIÓN (cm)	EDAD (días)	PESO (kg)	CARGA ROTURA (kg)	cm		kg	ESFUERZO kg/cm ²
					a	e	L	
M1	15x15x45	28	15.67	531.99	15	15	38	8.98
M2	15x15x45	28	14.99	256.43	15	15	38	4.33
M3	15x15x45	28	15.6	305.63	15	15	38	5.16
M4	15x15x45	28	15.55	280.97	15	15	38	4.75
PROMEDIO								5.81

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 19. Resistencia a flexión de unidad de adobe con fibra del eucalipto

MUESTRA	DIMENSIÓN (cm)	EDAD (días)	PESO (kg)	CARGA ROTURA (kg)	Cm		kg	ESFUERZO kg/cm ²
					a	E	L	
ME2	15x15x45	28	15.42	486.2	15	15	38	8.21
ME3	15x15x45	28	15.74	531.99	15	15	38	8.98
ME4	15x15x45	28	14.99	484.67	15	15	38	8.19
ME6	15x15x45	28	15.55	492.57	15	15	38	8.32
PROMEDIO								8.43

Fuente: Elaboración propia, 2019

La tabla 19, muestra los resultados de la resistencia a flexión del adobe con adición de la fibra del eucalipto, obteniendo como resultado promedio de las cuatro mejores de 8.43 kg/cm², como indica la norma E 080

c. Ensayo a compresión de pilas

Tabla 20. Resistencia a compresión en pilas de unidad de adobe sin fibra del eucalipto

MUESTR A	ÁREA BRUTA (cm ²)	EDAD (días)	CARGA ROTUR A (kg)	DIMENSIONES (cm)			ESFUERZO A COMPRESIÓ N kg/cm ²
				Ancho	altur a	Larg o	
M1	356.4	28	9914	13.4	27.4	26.6	28
M2	356.4	28	10275	13.3	27.2	26.8	29
M3	348.5	28	8492	13.2	27.1	26.4	25
PROMEDIO							27

Fuente: Elaboración propia, 2019

En la tabla 20 se muestra la resistencia a compresión a pilas del adobe sin adición de la fibra del eucalipto, obteniendo como resultado promedio de las cuatro mejores pruebas de 27 kg/cm², como indica la norma E.080.

Tabla 21. Resistencia a compresión en pilas de unidad de adobe con fibra del eucalipto

MUESTR A	ÁREA BRUTA (cm ²)	EDA D (días)	CARGA ROTUR A (kg)	DIMENSIONES (cm)			ESFUERZO A COMPRESIÓ N kg/cm ²
				Ancho	altur a	Larg o	
MEU1	353.8	28	9859	13.4	27.4	26.4	28
MEU2	359.1	28	11265	13.5	27	26.6	32
MEU3	355.1	28	10117	13.3	27.4	26.7	29
PROMEDIO							30

Fuente: Elaboración propia, 2019

La tabla 21. Nos muestra la resistencia a compresión a pilas del adobe con adición de la fibra del eucalipto, obteniendo como resultado promedio de los cuatro mejores resultados 30 kg/cm², como indica la norma E.80 superando la resistencia última de 6.12 kg/cm².

EVALUACIÓN DE LA PROPIEDAD TÉRMICA DEL ADOBE

La medición del ensayo de conductividad térmica se realizó en las inmediaciones del Laboratorio de Ingeniería Física en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) a continuación definimos las características principales del equipo

Procedimiento

Para determinar la conductividad del adobe, primeramente, la muestra se pesó y luego medimos con vernier (pie de rey) el espesor en dos puntos por cada lado del par de muestras de cada tipo de adobe, seguidamente se realiza la instalación al Equipo de Medidor de Conductividad Térmica (EMCT); siguiendo los siguientes procedimientos, para la obtención de datos.

MEDIDAS DEL ESPESOR DE LA MUESTRA

Tabla 22. *Medidas del espesor de la muestra sin fibra del eucalipto*

MEDICIÓN (cm)	M3	M4
LADO 1°	2.17	2.14
	2.15	2.15
	2.18	2.18
	2.16	2.16
LADO 2°	2.16	2.18
	2.17	2.22
	2.16	2.22
	2.18	2.25
LADO 3°	2.18	2.21
	2.15	2.22
	2.16	2.20
	2.16	2.20
LADO 4°	2.19	2.25
	2.16	2.23
	2.18	2.24
	2.18	2.20

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 23. *Medidas del espesor de la muestra con fibra del eucalipto*

MEDICIÓN (cm)	MEU1	MEU2
LADO 1°	2.18	2.13
	2.15	2.17
	2.13	2.18
	2.16	2.15
LADO 2°	2.13	2.13
	2.17	2.22
	2.16	2.27
	2.18	2.27
LADO 3°	2.17	2.23
	2.15	2.22
	2.16	2.19
	2.16	2.27
LADO 4°	2.17	2.25
	2.16	2.22
	2.18	2.25
	2.18	2.19

Fuente: Elaboración propia, 2019

Primero; se preparó la muestra teniendo en cuenta que su espesor debe ser constante y las superficies uniformemente planas y paralelas para que al hacer contacto con la placa caliente la transferencia de calor sea uniforme.

Segundo; se bordeó el material de análisis rellenando con Poliestireno Estruído (XPS) de 1” de espesor, porque posee características de aislamiento térmico entre 0.0331- 0.0336 W/mK

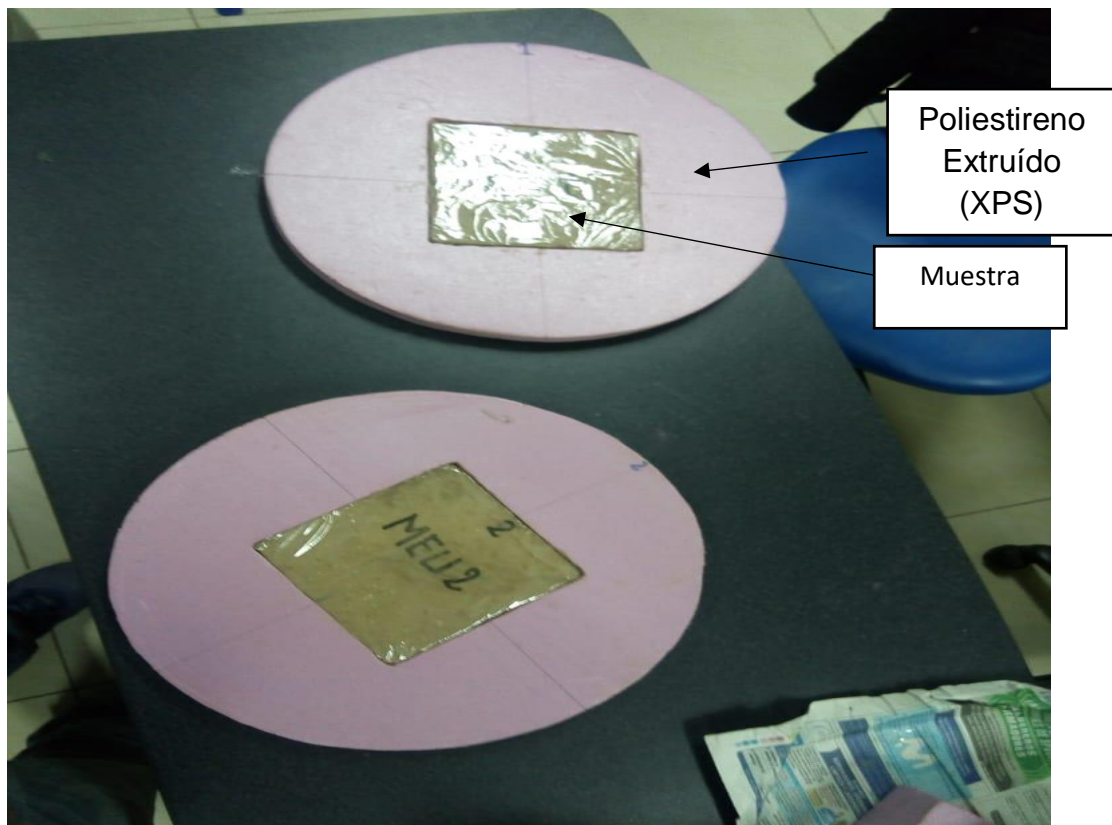


Figura 9. Muestra y poliestireno

Tercero; se forra el volumen completo de la muestra con plástico transparente de $8\mu\text{m}$ con el objetivo de protegerla de la humedad del medio ambiente.

Cuarto; se instala el par de muestras entre las placas calientes y frías respectivamente, previa verificación de que las superficies de las placas calientes y frías deben estar limpias libre de líquido, debido a la diferencia de temperaturas y desconectadas de la alimentación del flujo de agua y sin los sensores de temperatura en las placas frías.

Quinto; Al término de la instalación de la muestra en el Equipo de Medidor de Conductividad Térmica, se insertan los termopares y se conecta la alimentación de flujo de agua a la placa fría (encendiendo el chiller).

Sexto; se suministra corriente eléctrica y voltaje a las resistencias del área de medición y la guarda por medio de fuentes. Luego por efecto Joule, el calor es transmitido por conducción a cada zona luego es monitoreado desde la computadora.

Séptimo; se requiere que el sistema de medición se mantenga en estado estable con respecto tiempo, para ello se debe ajustar la temperatura entre la placa fría y la zona de

medición perturbando los valores de voltaje y corriente hasta conseguir que la diferencia este por debajo de 0.2 °C según norma ASTM C 177 esto se verá gráficamente en el software.

Adquisición de datos

El programa calcula periódicamente la temperatura de la placa fría inferior, placa fría superior, temperatura guarda 1°, temperatura guarda 2°, temperatura guarda 3°, temperatura zona de medición 1°, temperatura zona de medición 2°, temperatura zona de medición 3°, temperatura ambiental de la cámara, voltaje zona de medición, intensidad de corriente de la zona de medición, potencia, voltaje de guarda, intensidad corriente de guarda; toma datos cada 2.5 segundo hasta alcanzar un intervalo de tiempo en el cual se obtenga el estado estacionario.

El tiempo mínimo para la estabilización térmico del aparato de placa caliente con guarda es de 3 horas esto dependerá de la experiencia en el uso del equipo y para la toma de datos es de 1 1/2 horas.

Para determinar el estado estable térmico, se desea que la temperatura de las placas frías y de la zona de medición permanezca constante en el tiempo (estado estacionario), además la diferencia de temperatura entre ellas debe ser de 0.2°C según norma ASTM C177, estas condiciones son analizadas gráficamente mediante el software Ooriginlab, son necesarias para que la transferencia de calor se distribuya equitativamente para la muestra superior e inferior.

Para la calcular la gradiente de temperatura entre la zona de medición y las placas frías, el programa toma datos de temperatura, potencia y humedad mediante termopares y sensores, estos datos nos servirán para calcular posteriormente la conductividad térmica.

Tabla 24. Resultados de conductividad térmica

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESPÉCIMEN			
Espécimen sin la adición de las fibras del eucalipto			
FECHA	13/07/2019	Nº DE ESPÉCIMEN(und)	2
ORIGEN	DIST. CAJAMARQUILLA	DIMENSION DEL ESPÉCIMEN(cm)	16X16X2.54
EDAD(días)	28	IDENTIFICACIÓN	M1, M2
DESCRIPCIÓN DEL PATRÓN			
NOMBRE DEL APARATO		LAMBDA-UNI	
ORIENTACIÓN DE LAS PLACAS		HORIZONTAL	
MODO DE OPERACIÓN		DOBLE LADO DE MEDICIÓN	
PROCEDIMIENTO DE PRUEBA			
ESTADO PERMANENTE DEL EQUIPO MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA			
VALORES EXPERIMENTALES			
NOMBRE DE LAS VARIABLES			VALORES
V (V)			7.935
I (A)			0.985
Potencia disipada durante la prueba (W)			7.816
Temperatura en la placa fría superior (°C)			18.368
Temperatura en la placa fría inferior (°C)			18.433
Temperatura en la placa caliente (°C)			31.737
$\Delta T1$ (K)			13.304
$\Delta T2$ (K)			13.369
Área de la zona de medición (m ²)			0.0177
e1 (m)			0.02168
e2 (m)			0.02203
Conductividad térmica (Wm⁻¹K⁻¹)			0.455
Incertidumbre de la conductividad			0.015

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 25. Resultados de conductividad térmica

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESPÉCIMEN			
Espécimen con la adición de las fibras del eucalipto			
FECHA	13/07/2019	N° DE ESPÉCIMEN(und)	2
ORIGEN	DIST. CAJAMARQUILLA	DIMENSION DEL ESPÉCIMEN(cm)	16X16X2.54
EDAD(días)	28	IDENTIFICACIÓN	M1, M2
DESCRIPCIÓN DEL PATRÓN			
NOMBRE DEL APARATO		LAMBDA-UNI	
ORIENTACIÓN DE LAS PLACAS		HORIZONTAL	
MODO DE OPERACIÓN		DOBLE LADO DE MEDICIÓN	
PROCEDIMIENTO DE PRUEBA			
ESTADO PERMANENTE DEL EQUIPO MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA			
VALORES EXPERIMENTALES			
NOMBRE DE LAS VARIABLES			VALORES
V (V)			7.840
I (A)			0.973
Potencia disipada durante la prueba (W)			7.628
Temperatura en la placa fría superior (°C)			18.906
Temperatura en la placa fría inferior (°C)			18.853
Temperatura en la placa caliente (°C)			33.072
$\Delta T1$ (K)			14.219
$\Delta T2$ (K)			14.166
Área de la zona de medición (m ²)			0.0177
e1 (m)			0.02162
e2 (m)			0.02209
Conductividad térmica (Wm⁻¹K⁻¹)			0.417
Incertidumbre de la conductividad			0.013

Fuente: Elaboración propia, 2019

COMPORTAMIENTO TÉRMICO POR CONVECCIÓN DEL ADOBE

Los sólidos pueden presentar dos mecanismos de transferencia de calor; por convección y conducción.

El mecanismo de transferencia de calor por convección se realizó en el laboratorio de mecánica de materiales y suelo de la universidad de Cesar Vallejo – Lima Norte, para ello

se contó con los siguientes equipos, el horno y el aparato de medición de temperatura para concreto para determinar el comportamiento de la temperatura del adobe al cabo de transcurrido un tiempo.

ADQUISICIÓN DE DATOS

Procedimiento

En primera instancia se graduó el horno una temperatura ambiental del lugar de estudio, tomando datos de temperatura en horas críticas el cual no se pudo visualizar, la variación de temperatura fue mínima.

Por temas de laboratorios y mejor visualización de la variación de temperatura del adobe, se introdujo al horno a una temperatura de 60°C durante 24 horas para su posterior medición de temperatura en diferentes tiempos; el cual se obtuvieron datos de variaciones considerables, lo cual se detalla en el cuadro

Tabla 26. *Comportamiento térmico por convección de unidad de adobe sin fibra del eucalipto*

TIEMPO(mín.)	0	10	30	60	120
M1	50.5	48.2	43.2	37.8	29.8
M2	51.5	48.3	43.4	38.8	30
M3	49.6	47.7	43.5	37.5	29.4
PROMEDIO	50.5	48.1	43.4	38.0	29.7

Fuente: Elaboración propia, 2019

Del cuadro podemos observar su comportamiento de temperatura del adobe natural con respecto al tiempo, el cual va disminuyendo considerablemente con el pasar del tiempo

Tabla 27. Comportamiento térmico por convección unidad de adobe con fibra del eucalipto

TIEMPO(mín.)	0	10	30	60	120
M1	53.5	52	47.5	41.3	33.1
M2	55.9	52.5	48.3	42.1	35.1
M3	54	51.9	47.2	40.1	33.8
PROMEDIO	54.5	52.1	47.7	41.2	34.0

Fuente: Elaboración propia, 2019

Del cuadro podemos observar que las muestras con fibras de eucalipto tienen mejor absorción de calor además de ello tienden a conservar el calor a través del tiempo. estos resultados fueron obtenidos a una temperatura ambiental de 18°C (temperatura ambiental Lima).

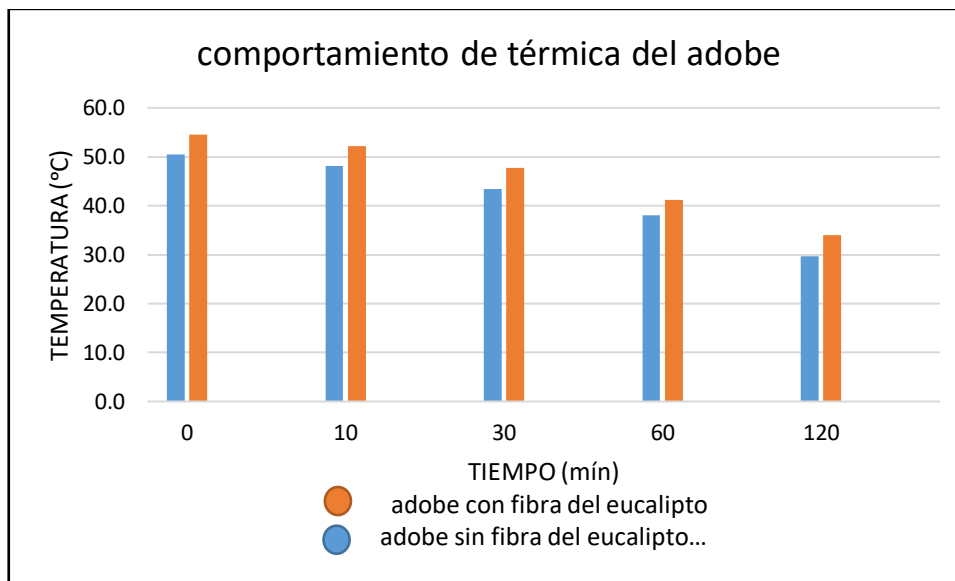


Gráfico 1. Comparación de térmica de los adobes

Fuente: Elaboración propia, 2019

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Ho: No influye la fibra del eucalipto en la propiedad mecánica del adobe

Ha: Influye la fibra del eucalipto en la propiedad mecánica del adobe

La hipótesis se acepta; esto debido a que cumplen los requisitos mínimos de la norma NTP E.080 que las propiedades mecánicas del adobe aumenta, esto debido a que las fibras del eucalipto cumplen una función de oposición a la contracción y a los esfuerzos sometidos de compresión de 20.41 kg/cm² y 20.44 kg/cm² de adobes sin fibras y con fibras de eucalipto respectivamente, flexión 5.81 kg/cm² y 8.43 kg/cm² de adobes sin fibras y con fibras de eucalipto respectivamente, como también al esfuerzo de compresión en pilas de 27 kg/cm² y 30 kg/cm² de adobes sin fibras y con fibras de eucalipto respectivamente, quedando demostrado con los resultados obtenidos mediante los ensayos realizados en los laboratorios.

Ho: No influye la fibra del eucalipto en la conductividad térmica del adobe.

Ha: Influye la fibra del eucalipto en la conductividad térmica del adobe.

La hipótesis se acepta; por que el equipo con el cual se midió la conductividad térmica se construyó siguiendo las pautas de la norma internacional ASTM C-177 , además al momento de ensayar se tomó en cuenta la norma Chilena NCh 850, obteniendo como resultado una diferencia de 0.038 Wm⁻¹K⁻¹ entre el adobe sin la adición de la fibra del eucalipto y con la adición del eucalipto, esto debido a que las fibras del eucalipto cumplen una función de oposición al paso de flujo de calor comportándose como un material aislante, quedando demostrado con los resultados obtenidos mediante los Ensayos realizado en los Laboratorio de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

DISCUSIÓN

Discusión 1

La fibra del eucalipto en la propiedad mecánica y térmica del adobe

(BAUTISTA Aguilar, 2014), En su Tesis de “Evaluación de la Resistencia al Corte Paralelo a la Fibra, de la Madera Pinus Radiata, Determinado por el Método de Punzonamiento y el Método de la Norma ASTM O-143-09/2010”. El autor tiene como objetivo específico determinar las propiedades físicas de la madera: contenido de humedad y densidad básica obteniendo como resultado del porcentaje de humedad de 20% y su densidad básica de 0.48 según el método de ASTM O-143-09/2010.

Tabla 28. Cuadro de comparación de resultados

RESULTADOS		
ENSAYOS	ESPÉCIMEN PROPUESTA	ANTECEDENTE
CONTENIDO DE HUMEDAD	15%	20%
DENSIDAD BÁSICA	0.97	0.48

Fuente: Elaboración propia, 2019

La variación del porcentaje de humedad, principalmente dependerá de la humedad ambiental, edad y características de la madera.

En la siguiente investigación se realizó el ensayo de contenido de humedad de la madera del eucalipto, el cual se obtuvo 15%, por ende, se concluye que la madera se encuentra en estado seco según la Norma Chilena (NCh 1198), el cual lo clasifica según el contenido de humedad menor a 20% como madera seca.

Se observó que la densidad por debajo de saturación provoca contracción entre sus tres ejes radial, tangencial y longitudinal.

Discusión 2

Influye la fibra del eucalipto en la propiedad mecánica del adobe

(CARHUANAMBO Villanueva, 2016), en su tesis “Propiedades Mecánicas y Físicas del Adobe Compactado con Adición de Viruta y Aserrín,” El autor se plantea como hipótesis que al aumentar en porcentajes de 1.5 %, 3.0% y 4.5%, de viruta y aserrín de Eucalipto, en el adobe compactado, mejora sus propiedades mecánicas en ambos casos, en resistencia a compresión hasta en 5%, en resistencia a flexión hasta en un 10%. La hipótesis planteada no cumple en su totalidad ya que los ensayos de adobe realizados en sus diferentes porcentajes de adición de viruta arrojaron una resistencia mínima a compresión y flexión de 28.04 kg/cm² y 19.38 kg/cm² respectivamente cumpliendo con la hipótesis planteada y los adobes con adición de aserrín arrojó una resistencia mínima de compresión y flexión de 13.64 kg/cm² y 9.81 kg/cm² respectivamente, así no cumpliendo con la hipótesis planteada

Tabla 29. Cuadro de comparación de resultados

RESULTADOS		
ENSAYOS	ESPÉCIMEN PROPUESTA RELACIÓN 1:2	ANTECEDENTE PROPORCIÓN 4.5%
RESISTENCIA A COMPRESIÓN	20.44 kg/cm ²	28.08 kg/cm ²
RESISTENCIA A FLEXIÓN	8.43kg/cm ²	19.38kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2019

En la presente investigación los resultados obtenidos cumplen los requisitos mínimos de la norma NTP E.080 que la las propiedades mecánicas del adobe aumenta, esto debido a que las fibras del eucalipto cumplen una función de oposición a la contracción y a los esfuerzos sometidos a compresión que se obtuvo de 20.41 kg/cm² y 20.44 kg/cm² de adobes sin fibras y con fibras de eucalipto respectivamente y a flexión 5.81 kg/cm² y 8.43 kg/cm² de adobes sin fibras y con fibras de eucalipto respectivamente, asimismo se obtuvo los resultados a compresión en pilas de 27 kg/cm² y 30 kg/cm² de adobes sin fibras y con

fibras de eucalipto respectivamente, quedando demostrado con los resultados obtenidos mediante los ensayos realizados en los laboratorios aumentan la resistencia mínimas de la Noma E.080.

Discusión 3

Influye la fibra del eucalipto en la propiedad térmica del adobe

Según (PIÑAS Moya, 2018), en su tesis “Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito” El autor tiene como objetivo determinar la conductividad térmica del adobe, obteniendo como resultado la conductividad térmica promedio del adobe sin Stipa ichu y con Stipa ichu fue de 0,371Wm-1K-1 y 0,349Wm-1K-1, respectivamente.

Tabla 30. Cuadro de comparación de resultados

RESULTADOS		
ENSAYOS	ESPÉCIMEN PROPUESTA RELACIÓN 1:2	ANTECEDENTE RELACIÓN 1:2
CONDUCTIVIDAD DEL ADOBE SIN FIBRA	0,455Wm-1K-1	0,371Wm-1K-1
CONDUCTIVIDAD DEL ADOBE CON FIBRA	0,417Wm-1K-1	0,349Wm-1K-

Fuente: Elaboración propia, 2019

En la presente investigación los resultados de la conductividad térmica del adobe sin adición de la fibra del eucalipto es 0.455 W/m-1K-1 y la conductividad térmica del adobe con la adición de fibras de eucalipto resulta 0.417 W/m-1K-1.

La diferencia en los resultados puede ser a los diversos factores esto debido principalmente la temperatura: el equipo medidor de la conductividad térmica (APCG), el material utilizado, el lugar de elaboración de los especímenes, la temperatura del ambiente del secado. El adobe propuesto con fibras del eucalipto se elaboró en el Distrito de

Cajamarquilla y con los materiales propios de la zona, siguiendo la norma técnica peruana E.080. Se concluye que no existen normas en las cuales indican parámetros sobre la conductividad de un material de construcción, sin embargo, existe la Norma Chilena (NCh 850) en el cual solo resume los requisitos necesarios y obligatorios para el diseño y operación del Aparato de Placa Caliente con Guarda con el objetivo de conseguir resultados correctamente. Cuando la conductividad térmica es menor, el material es más aislante y cuando la conductividad térmica es alto entonces el material será mejor conductor del calor.

CONCLUSIONES

Conclusión 1

Los resultados de muestreo in-situ; se observó raíces secas de las plantas silvestres con presencia arcilla limosa y de acuerdo al resultado de los ensayos de laboratorio permitieron definir las características del suelo **CL – ML** (arcilla limosa de baja a media plasticidad con arena fina con poca grava fina y una consistencia media), según SUCS.

Conclusión 2

De las unidades de adobes sin fibra del eucalipto se obtuvo como resultado promedio a compresión de 20.41 kg/cm², a flexión 5.81 kg/cm² y las unidades de adobes con fibra del eucalipto los resultados promedio a compresión fue 20.44 kg/cm², a flexión 8.43 kg/cm². De los resultados obtenidos en los ensayos realizados en laboratorio, los adobes con fibras de eucaliptos presentan mejores características que los adobes sin la adición de la fibra del eucalipto, además el nuevo espécimen cumple con la Norma Técnica Peruana E.080, concluyendo que sí es posible el reemplazo del adobe tradicional, por la nueva unidad de adobe.

Conclusión 3

La conductividad térmica del adobe sin adición de la fibra del eucalipto es 0.455 W/m.K y la conductividad térmica del adobe con la adición de fibras de eucalipto resulta 0.417 W/m.K, se concluye que el adobe natural y el adobe propuesta son materiales aislantes térmicos, esto debido a que la conductividad térmica es bajo ya que cuando mayor sea la conductividad térmica de un material, será mejor conductor del calor

Conclusión 4

El resultado de temperatura promedio por convección forzada del adobe con fibras del eucalipto es de 54.5°C; posee mejor absorción de calor y tiende a conservar la temperatura a través del transcurrir del tiempo, en comparación de los adobes sin adición de fibra del eucalipto que alcanza una temperatura de 50.5°C.

RECOMENDACIONES

Recomendación 1

Se recomienda poner en conocimiento a la población del lugar de estudio que existe una alternativa como componente del adobe para las nuevas construcciones de viviendas ya que mejora el aislamiento térmico y la resistencia a los esfuerzos.

Recomendación 2

Se recomienda analizar las propiedades mecánicas y térmicas del eucalipto verde como fibra.

Recomendación 3

En este tipo de investigación, buscamos brindar información acerca de la unidad de adobe para las zonas alta andinas. Asimismo, poder implementar su uso en las construcciones futuras, puesto que este material posee una conductividad térmica baja, el cual funciona como aislante térmico; además ello se debe implementar normas que regulan el comportamiento térmico de los materiales que se utilizan en las construcciones.

Recomendación 4

Se recomienda para futuras investigaciones, la construcción de un prototipo de vivienda a base del material propuesto para medir el confort térmico y realizar la comparación con las viviendas tradicionales.

Recomendación 5

Se recomienda analizar las propiedades mecánicas y térmicas del adobe adicionando fibras de Poliestireno Extruído

REFERENCIAS

AMERICAN Society for Testing and Materials (United States). ASTM C177, Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plates Apparatus. 2004.

AMERICAN Society for Testing and Materials (United States). ASTM D422, Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils. 1998.

AMERICAN Society for Testing and Materials (United States). ASTM D4318, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. 2000.

AYARQUISPE Lopez, Edison Cruz. Propuesta de un Sistema Constructivo con Aislamiento Térmico Utilizando Totorá, Madera y Revoque de Mortero en Zonas Altoandinas. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2019.

BARRANTES, S., Diseño bioclimático de una vivienda rural en Yanacolpa, Santiago de Chocorvos, provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica y en zonas similares. 2016: Gerencia de Investigación y Normatividad-SENCICO.

BAUTISTA Aguilar, Mayra Gisela. Evaluación de la resistencia al corte paralelo a la fibra de la madera *Pinus radiata*, determinado por el método de punzonamiento y el método de la norma ASTM D 143-09/2010. Tesis (título ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

CALATAN, G., et al., Determining the Optimum Addition of Vegetable Materials in Adobe Bricks. *Procedia Technology*, 2016. 22: p. 259-265.

CÁRDENAS Díaz, Grecia Tatiana. Comportamiento Térmico del Espacio Arquitectónico en Construcciones de Adobe. Tesis (maestro en ciencias en arquitecturas y urbanismo). Estado de México: Instituto Politécnica Nacional, 2015.

CENGEL, Y., GHAJAR, A., "Transferencia de calor y masa: fundamentos y aplicaciones, Cap.16", México, 2011.

CUSTODIO, M.C., Determinación del calor específico y de la conductividad térmica de dos especies forestales, in Escuela de Post-Grado. Especialidad de Industrias Forestales. 1996, Universidad Nacional Agraria La Molina: Repositorio La Molina. p. 60.

FUENTES, V.M., Sistema Primario de Medición de Conductividad Térmica de Aislantes Térmicos. Diseño y Construcción, in Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada 2003, Instituto Politécnico Nacional, México. p. 90.

GÁLVEZ, J.A.L. and P.J.B. Carlos, Evaluación Funcional y Constructiva de Viviendas con Adobe Estabilizado en Cayalti. Programa COBE-1976, in Facultad de Ingeniería Civil - Sección de Post Grado. 2012, Universidad Nacional de Ingeniería: Programa Cybertesis PERÚ. p. 237.

GERNOT. Minke. Manual de construcción en tierra [en línea]. 2ª ed. Perú: fin de siglo, 2005 [fecha de consulta: 05 de noviembre de, 2018].

Disponible en: <http://permaconstruccion.org/wp-content/uploads/2017/06/Manual-Construccion-En-Tierra-Minke.pdf>

ISBN: 9974493471

HARMAN, Lucy. Confort térmico en viviendas alto andinas un enfoque integral. [En línea]. [Chacra Ríos Norte][Lima] ,2010. [2pp].

Disponible en: <https://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/CONFORT-TERMICO-EN-VIVIENDAS->

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6ta ed. México: Interamericana Editores, 2014. [fecha de consulta 6 junio 2017] ISBN: 9781456223960 Disponible en:

<https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>

HUAMÁN, N.L., et al., Efecto del contenido de humedad y temperatura sobre la difusividad térmica en granos andino. Revista de la Sociedad Química del Perú, 2016. 82(3): p. 259-271.

HUAYLLA Roque, Fredy A. Evaluación experimental de cambios constructivos para lograr confort térmico en una vivienda alto andina del Perú Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2010.

INDECI, Informe de Emergencia N°414: “Situación nacional por temporada de heladas y friajes”, 2012.

JUÁREZ Badillo, R.R., Mecánica de Suelos: Fundamentos de la Mecánica de Suelos. Vol. 1. 2005, México: Limusa, Noriega Editores.

LIRA, L., et al., Medición de la Conductividad Térmica de Algunos Materiales Utilizados en Edificaciones. Memorias del Simposio de Metrología, CENAM. Santiago de Querétaro, México, 2008: p. 5.

MINISTERIO de Vivienda y Construcción; "Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.010: Madera”, Lima – Perú, 2018.

MINISTERIO de vivienda y urbanismo.(Chile) NCH 1515, Mecanica de suelos,determinacio de suelos. Chile:1979.

MINISTERIO de vivienda y urbanismo.(Chile) NCH 850, Aislación térmica, Determinación de resistencia térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas, Aparato de placa caliente de guarda. Chile:2008.

MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento (Perú). Norma E.080, diseño y construcción con tierra reforzada. Lima: 2017.29 pp.

MOLINA Fuertes, Juan Omar. “Evaluación sistemática del desempeño térmico de un módulo experimental de vivienda altoandina para lograr el confort térmico con energía solar”, Tesis de grado académico de maestro en ciencias con mención en energías renovables y eficiencia energética, FC-UNI, Lima-Perú, 2017

MONITOREO de las temperaturas extremas del aire a nivel nacional durante la temporada de bajas temperaturas 2018.senamhi. Agosto 2018. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estudios>

MORLERA, Pere y ANGLADA, J.introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales 2[en línea]. La Llagosta Barcelona: Reverté S.A,2007. [fecha de consulta: 03 de noviembre del 2018].

Disponible en:https://books.google.com.pe/books?id=YiWdEYEHBIAC&printsec=copyright&source=gbs_pub_info_r#v=onepage&q&f=false

ISBN: 9788429172548

MUNICIPALIDAD Provincial de Puno, “Plan Estratégico Institucional”, Puno-Perú, 2011-2014.

NARVAEZ Soto, Juan P, QUEZADA Vanegas, Karen y VILLAVICENCIO Quizhpi, Ruth P. Criterios bioclimáticos a los cerramientos verticales y horizontales para la vivienda de Cuenca. Tesis (previo obtención al título de arquitecto).Cuenca: Universidad de Cuenca de Ecuador, 2015.

Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tesis%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tesis%20(2).pdf)

NEVES, C.M.M., et al., Selección de Suelos y Métodos de Control en la Construcción con Tierra. Prácticas de Campo. 2009, Red Iberoamericana Proterra.

PAYÁ Miguel, “Aislamiento térmico y acústico”. Barcelona, España, 1995.

PIÑAS Moya, Joshua Miguel. Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito. Tesis (título profesional de ingeniero físico). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2018.

Disponible en <https://es.scribd.com/document/388585517/Estudio-de-las-Propiedades-Termicas-Mecanicas-Morfologicas-y-Estructurales-del-Adobe-como-Material-Biocomposito>

PLAN Multisectorial ante las Heladas y Friajes. 2018.

Disponible en: http://www.pcm.gob.pe/wpcontent/uploads/2018/04/Plan_Multisectorial_Heladas_Friaje-2018.pdf

PRESIDENCIA del consejo de ministros, “Plan Multisectorial ante heladas y friaje”, Perú, 2016.

PRESIDENCIA del consejo de ministros, “Plan Nacional de intervención para enfrentar los efectos de la temporada de heladas y friaje”, Perú, 2012.

RAMOS, E., et al., Acondicionamiento térmico para edificaciones rurales altoandinas. Memoria del XX Simposio Peruano de Energía Solar, Tacna-Perú, 2013: p. 13.

SAAVEDRA, G.G., Simulación térmica de un proyecto de vivienda para la Provincia de Cotabambas, Apurímac. Memoria del XVIII Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente, Lima-Perú, 2011: p. 11.

SAAVEDRA, M. and K. Takahashi, Physical controls on frost events in the central Andes of Peru using in situ observations and energy flux models. Agricultural and Forest Meteorology, 2017. 239: p. 58-70.

SILVEIRA, D., H. Varum, and A. Costa, Influence of the testing procedures in the mechanical characterization of adobe bricks. Construction and Building Materials, 2013. 40: p. 719-728.

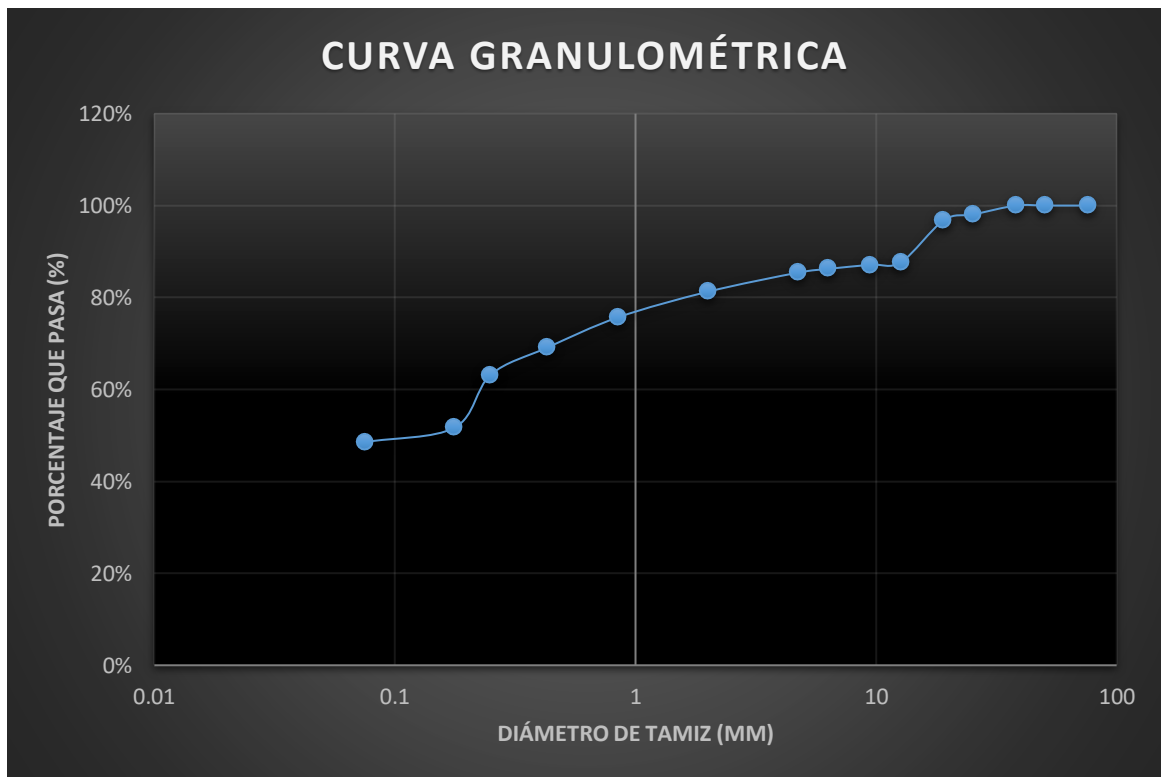
UNE-EN 196-1, Métodos de ensayo de cementos, Parte 1, Determinación de resistencias mecánicas. 2005.

<http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/Curso%20Mabe%20Termo/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Termodinamica.pdf>

ANEXOS

Anexo 01. Análisis Granulométrico

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO (gr)	% RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.2	0	0	100 %
2"	50.8	0	0	100 %
1 1/2"	38.1	0	0	100 %
1"	25.4	167.45	1.93	98.07 %
3/4"	19.1	110.19	1.27	96.8 %
1/2"	12.7	789.52	9.1	87.7 %
3/8"	9.52	49.45	0.57	87.13 %
1/4"	6.35	77.22	0.89	86.24 %
4"	4.75	71.14	0.82	85.42 %
10"	2	360.92	4.16	81.26 %
20"	0.85	480.65	5.54	75.72 %
40"	0.43	573.48	6.61	69.11 %
60"	0.25	513.62	5.92	63.19 %
140"	0.177	1040.25	11.99	51.7 %
200"	0.075	273.29	3.15	48.55 %
fondo	1.45			



Anexo 02. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	ESCALA
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera influirá la fibra del eucalipto en las propiedades mecánicas y térmicas del adobe en Cajamarquilla-Ocros-Áncash?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la influencia de la fibra del eucalipto en las propiedades mecánicas y térmicas del adobe en Cajamarquilla-Ocros-Áncash.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Influye la fibra del eucalipto en las propiedades mecánica y térmica del adobe en Cajamarquilla-Ocros-Áncash.</p>	<p>propiedades mecánicas del adobe</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayo a compresión • Ensayo de flexión • Contenido de humedad 	<p>Intervalo</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>¿De qué manera influirá las fibras del eucalipto en la propiedad mecánicas del adobe?</p> <p>¿De qué manera influirá la fibra del eucalipto en la conductividad térmica del adobe?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la influencia de las fibras del eucalipto en la propiedad mecánica del adobe.</p> <p>Determinar la conductividad térmica del adobe.</p>	<p>Hipótesis específicos</p> <p>Influye la fibra del eucalipto en la propiedad mecánica del adobe.</p> <p>Influye la fibra del eucalipto en la conductividad térmica del adobe.</p>	<p>propiedades térmicas del adobe</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conductividad térmica • Difusibilidad térmica 	<p>Razón</p>

Anexo 03. Exploración in situ.



Figura 3.1: selección de tierra



Figura 3.2: extracción del material

Anexo 04. Análisis granulométrico



Figura 4.1: muestra para el análisis



Figura 4.2: procedimiento



Figura 4.3: límite líquido



Figura 4.4: límite plástico

Anexo 05. Materiales para el adobe



Figura 5.1: barro (dormido)



Figura 5.2: fibra del eucalipto

Anexo 06. El Adobe



Figura 6.1: elaboración del espécimen



Figura 6.2: Transporte de la muestra

Anexo 07. Ensayos de propiedades mecánicas del adobe



Figura 7.1: ensayo a compresión



Figura 7.2: ensayo a compresión



Figura 7.3: ensayo a flexión



Figura 7.4: ensayo a flexión



Figura 7.5: ensayo a compresión de pilas



Figura 7.6: ensayo a compresión de pilas

Anexo 08. Ensayos de conductividad del adobe



Figura 8.1: bordeado con XPS

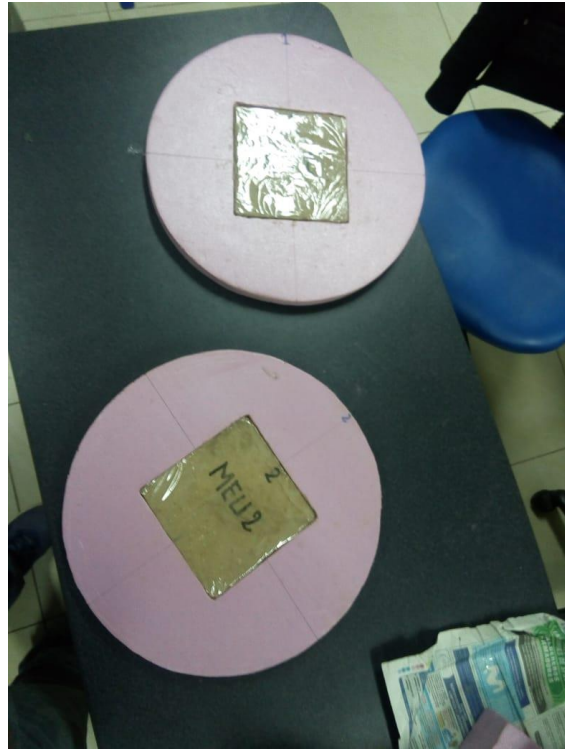


Figura 8.2: muestra para la instalación



Figura 8.3: muestra en el equipo

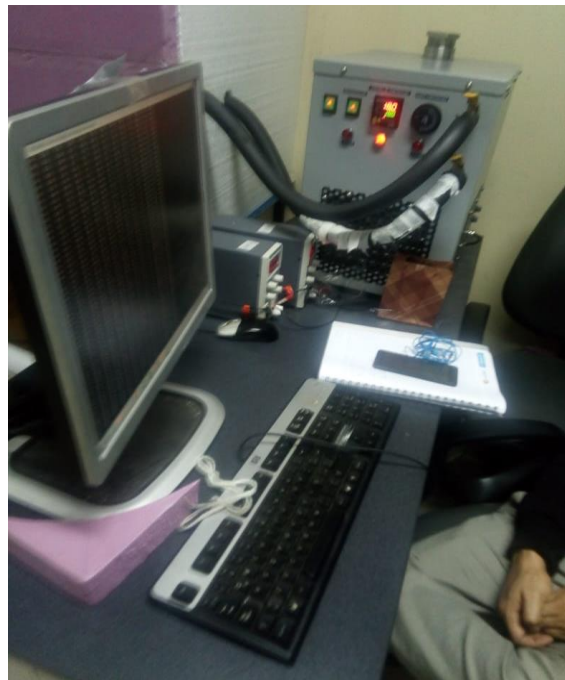


Figura 8.4: adquisición de datos

Anexo 09. Ensayos de convección del adobe

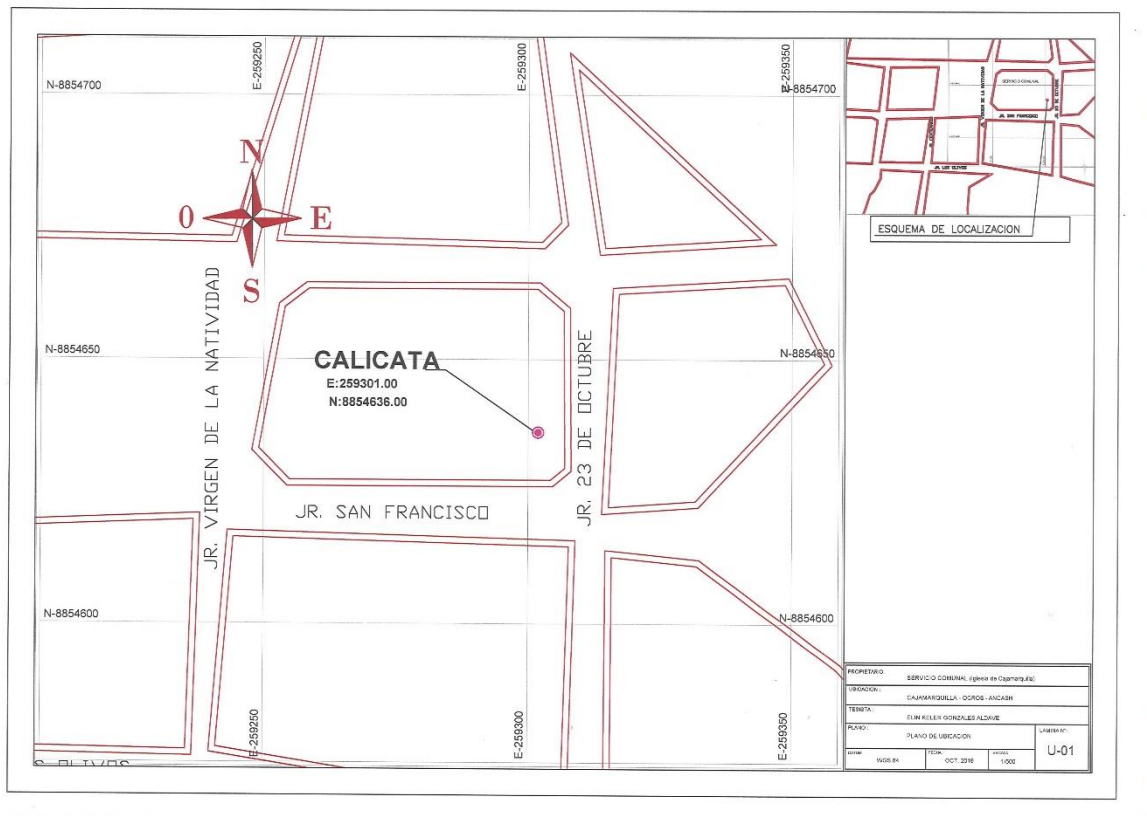


Figura 9.1: espécimen en el horno




Figura 9.2: comportamiento térmico

Anexo 10. Plano de Ubicación y Localización



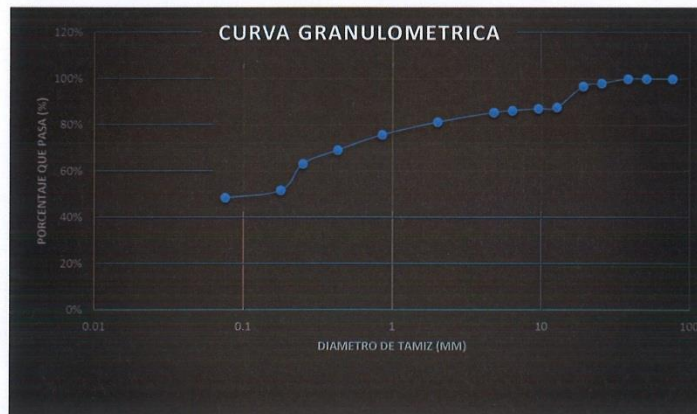
Anexo 10. Fichas de ensayos de laboratorios


	LABORATORIO DE MATERIALES Y SUELOS		VERSION 1.0
	DATOS GENERALES		PAGINA 1
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA FIBRA DEL EUCAUPTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y TÉRMICAS DEL ADOBE, CAJAMARQUILLA-OCROS-ANCASH, 2019"		
ASESOR	DR .ING.CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE		
AUTOR	GONZALES ALDAVE ELIN KELER		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MATERIAL			
FECHA	08/06/2019	CANTIDAD DE MUESTRA(kg)	6
ORIGEN	DIST. CAJAMARQUILLA	TAMICES	1" - Nº 200

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO (gr)	% RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.2	0	0	100 %
2"	50.8	0	0	100 %
1 1/2"	38.1	0	0	100 %
1"	25.4	0	0	100 %
3/4"	19.1	0	0	100 %
1/2"	12.7	0	0	100 %
3/8"	9.52	49.45	0.57	87.13 %
1/4"	6.35	77.22	0.89	86.24 %
4"	4.75	71.14	0.82	85.42 %
10"	2	360.92	4.16	81.26 %
20"	0.85	480.65	5.54	75.72 %
40"	0.43	573.48	6.61	69.11 %
60"	0.25	513.62	5.92	63.19 %
140"	0.177	1040.25	11.99	51.7 %
200"	0.075	273.29	3.15	48.55 %
fondo	1.45			

recipientes	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	A	B	EC	23	S/N
Nº golpes	33	24	15		
W recipiente +	33.94	32.4	34.37	31.91	31.45
Ws	31.26	29.93	31.39	30.26	29.84
W recipiente	21.17	20.99	21.45	21.3	21.09
HUMEDAD	26.56	27.63	29.98	21.20	

LIMITE LIQUIDO	27.85 %
LIMITE PLASTICO	21.2 %
INDICE DE	6.65 %





 Ing. Margarita Boza Olaechea

 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

 LIMA



 tecn. Julio Díaz Gutiérrez

	LABORATORIO DE MATERIALES Y SUELOS	VERSION 1.0
	DATOS GENERALES	PAGINA 1


PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA FIBRA DEL EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y TÉRMICAS DEL ADOBE, CAJAMARQUILLA-OCROS-ANCASH, 2019"												
ASESOR	DR. ING. CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE												
AUTOR	GONZALES ALDAVE ELIN KELER												
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESPÉCIMEN													
FECHA	15/06/2019	Nº DE ESPÉCIMEN(und)										12	
ORIGEN	DIST. CAJAMARQUILLA	DIMENSION DEL ESPÉCIMEN(cm)										12X12X10	
EDAD(días)	28	PRENSA HIDRAULICA (tn)										100	
TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	ESPÉCIMEN SIN FIBRA DEL EUCALIPTO						ESPÉCIMEN CON FIBRA DEL EUCALIPTO					
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	MEU1	MEU2	MEU3	MEU4	MEU5	MEU6
COMPRESIÓN	Carga maxima (kg)	2425	1628	2879	2907	2955	3015	2533	2900	2713	2760	2742	3374
	Area(a * l)(cm ²)	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
	Resistencia al Esfuerzo(kg/cm ²)	16.84	11.31	19.99	20.188	20.52	20.94	17.59	20.14	18.84	19.17	19.04	23.43

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESPÉCIMEN													
FECHA	15/06/2019	Nº DE ESPÉCIMEN(und)										12	
ORIGEN	DIST. CAJAMARQUILLA	DIMENSION DEL ESPÉCIMEN(cm)										15x15x45	
EDAD(días)	28	PRENSA HIDRAULICA (tn)										100	
TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	ESPÉCIMEN SIN FIBRA DEL EUCALIPTO						ESPÉCIMEN CON FIBRA DEL EUCALIPTO					
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	MEU1	MEU2	MEU3	MEU4	MEU5	MEU6
FLEXION	Carga maxima (kg)	531.99	178.5	237.5	256.43	305.6	281	448.17	486.2	531.99	484.67	475.39	492.57
	a(cm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	L(cm)	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
	e(cm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Resistencia al Esfuerzo(kg/cm ²)	8.98	3.01	4.01	4.33	5.16	4.75	7.57	8.21	8.98	8.19	8.03	8.32




 Ing. Margarita Boza Olaechea

 INGENIERA CIVIL



 tecn. Julio Díaz Gutierrez

	LABORATORIO DE MATERIALES Y SUELOS	VERSION 1.0
	DATOS GENERALES	PAGINA 1

PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA FIBRA DEL EUCALIPTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y TÉRMICAS DEL ADOBE, CAJAMARQUILLA-OCROS-ANCASH, 2019"		
ASESOR	DR .ING.CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE		
AUTOR	GONZALES ALDAVE ELIN KELER		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESPÉCIMEN			
FECHA	11/06/2019	Nº DE ESPÉCIMEN(und)	6
ORIGEN	DIST. CAJAMARQUILLA	DIMENSION DEL ESPÉCIMEN(cm)	12X12X24
EDAD(días)	28	TEMPERATURA DEL HORNO(°C)	60

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DEL ADOBE SIN ADICIÓN DE FIBRA DEL EUCALIPTO							
TIPO DE ENSAYO	TIEMPO(min)	0	10	30	60	120	TEMPERATURA EN ESTADO NATURAL
ENSAYO DE CONVECCION(°C)	M1	50.5	48.2	43.2	37.8	29.8	20.1
	M2	51.5	48.3	43.4	38.8	30	19.7
	M3	49.6	47.7	43.5	37.5	29.4	19.9

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DEL ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRA DEL EUCALIPTO							
TIPO DE ENSAYO	TIEMPO(min)	0	10	30	60	120	TEMPERATURA EN ESTADO NATURAL
ENSAYO DE CONVECCION(°C)	MEU1	53.5	52	47.5	41.3	33.1	20.2
	MEU2	55.9	52.5	48.3	42.1	35.1	20.4
	MEU3	54	51.9	47.2	40.1	33.8	20.5




tecn. Julio Díaz Gutierrez



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Correa de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ELIN KELER GONZALES ALDAVE
Obra : CONTROL DE CALIDAD
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería
Expediente N° : 19-2162
Recibo N° : 66021
Fecha de emisión : 24/06/2019

1.0. DE LA PILAS : Pilas de albañilería a base de ladrillos de adobes con fibra de Eucalipto de Cajamarquilla.
 Las pilas fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, PROETI
 Certificado de calibración LFP-273-2018

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.605:2018.
 Procedimiento interno AT-PR-08.

4.0. RESULTADOS

MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AREA BRUTA (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
			LARGO	ANCHO	ALTURA					
M-1	6/06/2019	21/06/2019	26.6	13.4	27.4	356.4	9914	1.01	28	Separación del frente superficial
M-2	6/06/2019	21/06/2019	26.8	13.3	27.2	356.4	10275	1.01	29	Separación del frente superficial
M-3	6/06/2019	21/06/2019	26.4	13.2	27.1	348.5	8492	1.01	25	Separación del frente superficial

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. E.G.V.



MSc. Isabel Moromí Nakata
 Jefe (e) laboratorio

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"



INFORME

Del A Obra Ubicación Asunto Expediente N° Recibo N° Fecha de emisión
: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
: ELIN KELER GONZALES ALDAVE
: CONTROL DE CALIDAD
: LIMA
: Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería
: 19-2162
: 66021
: 24/06/2019

1.0. DE LA PILAS : Pilas de albañilería a base de ladrillos de adobes con fibra de Eucalipto de Cajamarquilla. Las pilas fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, PROETI Certificado de calibración LFP-273-2018

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.605:2018. Procedimiento interno AT-PR-08.

4.0. RESULTADOS

MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AREA BRUTA (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
			LARGO	ANCHO	ALTURA					
EU - 1	6/06/2019	21/06/2019	26.4	13.4	27.4	353.8	9859	1.01	28	Separación del frente superficial
EU - 2	6/06/2019	21/06/2019	26.6	13.5	27.0	359.1	11265	1.00	31	Separación del frente superficial
EU - 3	6/06/2019	21/06/2019	26.7	13.3	27.4	355.1	10117	1.01	29	Separación del frente superficial

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. E.G.V.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del Laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



MSc. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) laboratorio



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



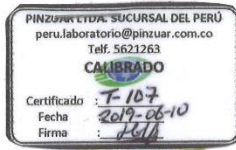
lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 11. Certificados de calibración



PINZUAR LTDA
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Laboratory of Temperature

T - 107
Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Team</i>	TERMÓMETRO DIGITAL	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante. Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>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. This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	KYNTEL	
Modelo <i>Model</i>	SH-112	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	NO INDICA	
Código Interno <i>Identification Number</i>	NO INDICA	
Intervalo de Medición <i>Measuring Interval</i>	-50 ° C a 300 ° C	
Solicitante <i>Customer</i>	GONZALES ALDAVE ELIN KELER	
Dirección <i>Address</i>	MZ. G LOTE 12 HA HH SARITA COLONIA - CAL	
Ciudad <i>City</i>	CALLAO	
Fecha de Recepción <i>Reception date</i>	2019 - 06 - 10	
fecha calibración <i>Date of calibration</i>	2019 - 06 - 10	
Fecha de Expedición <i>Date of Issue</i>	2019 - 06 - 10	
NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS <i>Number of pages of this certificate and documents attached</i>	03	

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

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

Firmas Autorizadas
Authorized Signature (s)

Henry Julio León Masgo.
Metrologo Laboratorio de Metrología

Jhon Quinte Huiza
Técnico Laboratorio de Metrología

LM-PC-22-01 Rev 2.0

Calle Ricardo Palma Nº 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO



DETALLES DE LA CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO CALIBRADO	TERMÓMETRO DIGITAL
Inmersión	100 mm
Método empleado	Comparación con un termómetro patrón en un baño líquido.
Intervalo Calibrado	100 °C
División de Escala	0,1 °C
Fecha de Recepción	2019-06-10
Patrón(es) de referencia	Termómetro Digital
Certificado No.	15-B8DOX-20-1 de Transcat 5-B3D1G-20-1 Rev 1 de Transcat
Procedimiento Interno	LM-PC-22
Documento de Referencia	NT VVS 103

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al termómetro en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. No presentaba ninguna suciedad. Se determinó que el termómetro presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración respectiva en los puntos acordados con el cliente.

Tabla de resultados

Temperatura Indicada por el Instrumento Patrón °C	Temperatura Indicada por el Instrumento Bajo Calibración °C	Corrección a la Indicación °C	Incertidumbre de la Medición °C	k p=95,45 %
100,58	100,00	0,58	0,13	2,01

LM-PC-22-F-01 Rev 2.0



CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima	20,5 °C	Humedad Máxima	57 %HR
Temperatura Mínima	20,1 °C	Humedad Mínima	56 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

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

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No.T - 107



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - 273 - 2018

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

Expediente	99772
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rímac
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL
Intervalo de Indicaciones	0 kN a 3 000 kN (*)
Resolución	0,01 kN
Marca	PROETI
Modelo	H0235
Número de Serie	4H0235/2
Procedencia	ESPAÑA
Clase de Exactitud	NO INDICA
Fecha de Calibración	2018-06-27

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 y sello carecen de validez.

Fecha	Area de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
 2018-07-02	 ALDO QUIROGA ROJAS Dirección de Metrología	 LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA 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

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 273 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de ensayo de Materiales - LEM
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,4°C	19,7°C

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 038 Clase 0,5	63753 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-10

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
(*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 0 kN a 1 700 kN

El Peruano sábado 10 de junio de 2006	NORMAS LEGALES	320937
NORMA E.080		
ADOBE		
<p>Artículo 1.- ALCANCE La Norma comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño. El objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas. Esta Norma se orienta a mejorar el actual sistema constructivo con adobe tomando como base la realidad de las construcciones de este tipo, existentes en la costa y sierra. Los proyectos que se elaboren con alcances y bases distintos a los considerados en esta Norma, deberán estar respaldados con un estudio técnico.</p>	<p>3.10. Vigas Collar o Soleras Son elementos de uso obligatorio que generalmente conectan a los entrepisos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como elemento de armoste horizontal (Ver Artículo 6 (6.3)).</p>	
<p>Artículo 2.- REQUISITOS GENERALES</p> <p>2.1. El proyecto arquitectónico de edificaciones de adobe deberá adecuarse a los requisitos que se señalan en la presente Norma.</p> <p>2.2. Las construcciones de adobe simple y adobe estabilizado serán diseñadas por un método racional basado en los principios de la mecánica, con criterios de comportamiento elástico.</p> <p>2.3. Las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso en la zona sísmica 3 y a dos pisos en las zonas sísmicas 2 y 1 definidas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.</p> <p>Por encima del primer piso de adobe, podrán tenerse estructuras livianas tales como las de quincha o similares.</p> <p>2.4. No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, ni arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones, cauces de avalanchas, aluviones o huaycos o suelos con inestabilidad geológica.</p> <p>2.5. Dependiendo de la esbeltez de los muros, se deberá incluir la colocación de refuerzos que mejoren el comportamiento integral de la estructura.</p>	<p>3.11. Contrafuerte Es un armoste vertical construido con este único fin.</p>	
<p>Artículo 3.- DEFINICIONES</p> <p>3.1. Adobe Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.</p> <p>3.2. Adobe Estabilizado Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.</p> <p>3.3. Mortero Material de unión de los adobes. Puede ser barro con paja o con arena, o barro con otros componentes como asfalto, cemento, cal, yeso, bosta, etc.</p> <p>3.4. Armoste Elemento que impide el libre desplazamiento del borde muro. El armoste puede ser vertical u horizontal.</p> <p>3.5. Altura Libre de Muro Es la distancia vertical libre entre elementos de armoste horizontales.</p> <p>3.6. Largo Efectivo Distancia libre horizontal entre elementos de armoste verticales o entre un elemento de armoste y un extremo libre.</p> <p>3.7. Esbeltez Relación entre la altura libre del muro y su espesor.</p> <p>3.8. Muro Arriostado Es un muro cuya estabilidad lateral está confiada a elementos de armoste horizontales y/o verticales.</p> <p>3.9. Extremo Libre de Muro Es el borde vertical u horizontal no arriostado de un muro.</p>	<p>Artículo 4.- UNIDAD O BLOQUE DE ADOBE</p>	
	<p>4.1. Requisitos Generales La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. El adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara. El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.</p>	
	<p>4.2. Formas y Dimensiones Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:</p>	
	<p>a) Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho. b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1. c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.</p>	
	<p>4.3. Recomendaciones para su Elaboración Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños. Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas. Secar los adobes bajo sombra.</p>	
	<p>Artículo 6.- COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE</p>	
	<p>6.1. Comportamiento Sísmico de las Construcciones de Adobe Las fallas de las estructuras de adobe no reforzadas, débiles a sismos, son frágiles. Usualmente la poca resistencia a la tracción de la albañilería produce la falla del amarre de los muros en las esquinas, empezando por la parte superior; esto a su vez afecta los muros unos de otros y conduce a una pérdida de estabilidad lateral, produciendo el desplome del mismo fuera de su plano. Si se controla la falla de las esquinas, entonces el muro podrá soportar fuerzas sísmicas horizontales en su plano las que pueden producir el segundo tipo de falla que es por fuerza cortante. En este caso aparecen las típicas grietas inclinadas de tracción diagonal. Las construcciones de adobe deberán cumplir con las siguientes características generales de configuración:</p>	
	<p>a) Suficiente longitud de muros en cada dirección, de ser posible todos portantes. b) Tener una planta que tienda a ser simétrica, preferentemente cuadrada. c) Los vanos deben ser pequeños y de preferencia centrados. d) Dependiendo de la esbeltez de los muros, se definirá un sistema de refuerzo que asegure el amarre de las esquinas y encuentros.</p>	
	<p>6.2. Fuerzas Sísmicas Horizontales La fuerza sísmica horizontal en la base para las edificaciones de adobe se determinará con la siguiente expresión:</p>	
	$H = SU C P$	
	<p>Donde:</p> <p>S: Factor de suelo (Indicado en la Tabla 1). U: Factor de uso (Indicados en la Tabla 2). C: Coeficiente sísmico (Indicado en la Tabla 3) y P: Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50% de la carga viva.</p>	

TABLA 1

Tipo	Descripción	Factor S
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible $\geq 3 \text{ Kg/cm}^2$	1,0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible $\geq 1 \text{ Kg/cm}^2$	1,2

TABLA 2

Tipo de las Edificaciones	Factor U
Colegios, Postos Médicos, Locales Comunales, Locales Públicos	1,3
Viviendas y otras edificaciones comunes	1,0

5.3. Comportamiento del Adobe Frente a Cargas Verticales

Usualmente la resistencia de la albañilería a cargas verticales no presenta problemas para soportar la carga de uno o dos pisos. Se debe mencionar sin embargo que los elementos que conforman los entrepisos o techos de estas edificaciones, deben estar adecuadamente fijados al muro mediante la viga collar o solera.

TABLA 3

Zonas Sísmicas	Coefficiente Sísmico C
3	0,20
2	0,15
1	0,10

ZONAS SÍSMICAS*
FIGURA 1



* Ver Anexo

5.4. Protección de las Construcciones de Adobe

La humedad y la erosión producidas en los muros, son principales causantes del deterioro de las construcciones de tierra, siendo necesaria su protección a través de:

- Recubrimientos resistentes a la humedad
- Cimientos y sobrecimientos que eviten el contacto del muro con el suelo
- Venedas perimetrales
- Aleros
- Sistemas de drenaje adecuados

Artículo 8.- SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural de las construcciones de adobe estará compuesto de:

- a) Cimentación
- b) Muros
- c) Elementos de arrioste horizontal
- d) Elementos de arrioste vertical
- e) Entrepiso y techo
- f) Refuerzos

8.1. Cimentación

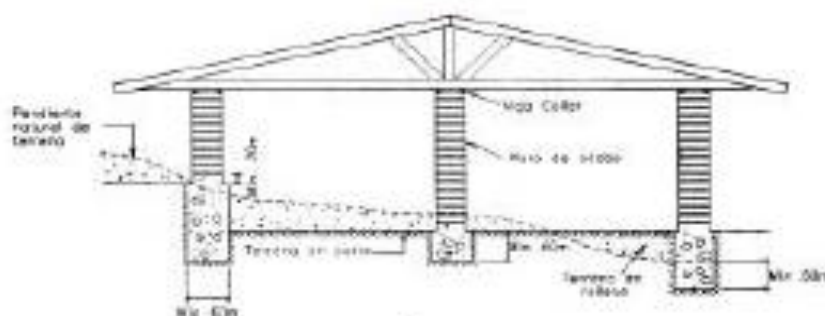
a) No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos ni en arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones, cauces de avalanchas, aluviones o huaycos, o suelos con inestabilidad geológica.

b) La cimentación deberá transmitir la carga de los muros al terreno de acuerdo a su esfuerzo permisible y tendrá una profundidad mínima de 60 cm medida a partir del terreno natural y un ancho mínimo de 40 cm.

c) Los cimientos para los muros deberán ser de concreto ciclópeo o albañilería de piedra. En zonas no lluviosas de comprobada regularidad e imposibilidad de inundación, se permitirá el uso de mortero Tipo II para unir la mampostería de piedra (Ver Artículo 7 (7.2)).

d) El sobrecimiento deberá ser de concreto ciclópeo o albañilería de piedra asentada con mortero Tipo I (Ver Artículo 7 (7.11)), y tendrá una altura tal que sobresalga como mínimo 20 cm sobre el nivel del suelo. (Ver Figura 2).

FIGURA 2



6.2. Muros

- a) Deberá considerarse la estabilidad de todos los muros. Esto se conseguirá controlando la esbeltez y utilizando armostrés o refuerzos.
- b) Las unidades de adobe deberán estar secas antes de su utilización y se dispondrá en hiladas sucesivas considerando traslape tal como se muestra en las Figuras 3 y 4.
- c) El espesor de los muros se determinará en función de la altura libre de los mismos y la longitud máxima del muro entre armostrés verticales será 12 veces el espesor del muro. (Ver Tabla 4)
- d) En general los vanos deberán estar preferentemente centrados. El borde vertical no armostrado de puertas y

ventanas deberá ser considerado como borde libre.

El ancho máximo de puertas y ventanas (vanos) será de 1/3 de la longitud del muro y la distancia entre el borde libre al armostré vertical más próximo no será menor de 3 ni mayor de 5 veces el espesor del muro. Se exceptúa la condición de 3 veces el espesor del muro en el caso que el muro esté armostrado al extremo (Ver Figura N° 5)

e) Como refuerzo se podrá utilizar cualquier material de los especificados en la Artículo 5 (5.4).

f) Los muros deberán ser diseñados para garantizar su resistencia, según lo especificado en la Artículo 8.

g) En caso de muros cuyos encuentros sean diferentes a 90° se diseñarán bloques especiales detallándose los encuentros.

FIGURA 3
MURO REFORZADO CON CAÑA O SIMILAR VERTICAL Y HORIZONTAL

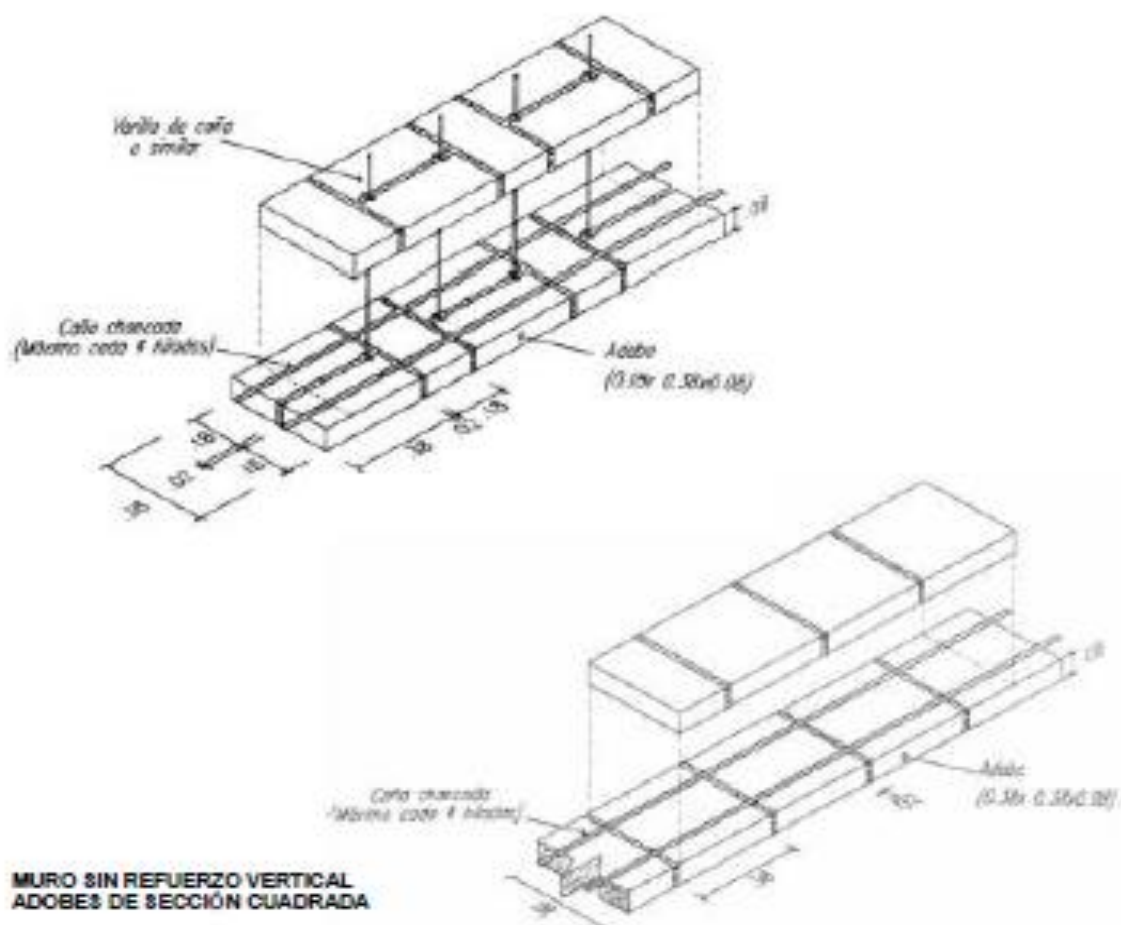


FIGURA 4
TIPOS AMARRE EN ENCUENTROS DE MUROS DE ADOBE CON O SIN REFUERZO

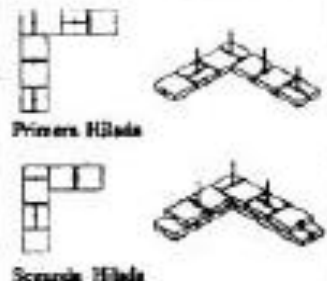




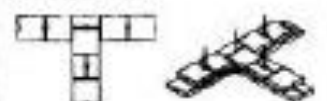
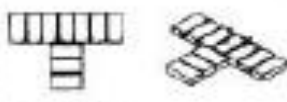

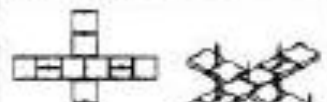
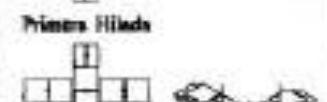
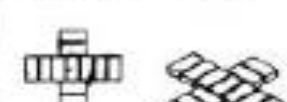
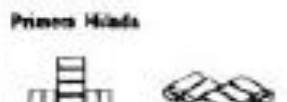
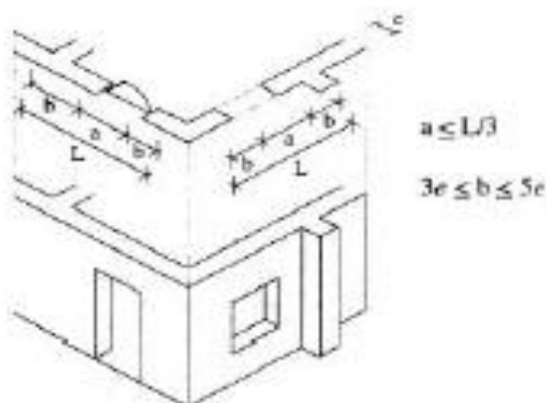
Tipo de encuentro	Muros Reforzados	Muros no Reforzados
En L	 <p>Primera Hilada</p>  <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p>  <p>Segunda Hilada</p>
En T	 <p>Primera Hilada</p>  <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p>  <p>Segunda Hilada</p>
En X	 <p>Primera Hilada</p>  <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p>  <p>Segunda Hilada</p>

FIGURA 6



8.3. Elementos de Armistore

a) Para que un muro se considere armistoreado deberá existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus elementos de armistore, para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos.

b) Los elementos de armistore serán verticales y horizontales.

c) Los armistores verticales serán muros transversales o contrafuertes especialmente diseñados. Tendrán una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir fuerzas cortantes a la cimentación.

Para que un muro o contrafuertes se considere como armistore vertical tendrá una longitud en la base mayor o igual que 3 veces el espesor del muro que se desee armistorear.

d) Pueden usarse como elementos de armistore vertical, en lugar de los muros transversales o de los contrafuertes de adobe, refuerzos especiales como son las columnas de concreto armado que se detallan en la Sección 6.4, refuerzos especiales.

e) Los armistores horizontales son elementos o conjunto de elementos que poseen una rigidez suficiente en el plano horizontal para impedir el libre desplazamiento lateral de los muros.

Los elementos de armoste horizontal más comunes son los denominados viga collar o solera. Estas pueden ser de madera o en casos especiales de concreto madera. (Ver Artículo 6 (6.4)).

f) Los elementos de armoste horizontal se diseñarán como apoyos del muro armostrado, considerándose al muro como una losa vertical sujeta a fuerzas horizontales perpendiculares a él.

g) Se deberá garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus armostrés, los que deberán conformar un sistema continuo e integrado.

8.4. Refuerzos Especiales

De acuerdo a la espeztez de los muros que se indican en la Tabla 4, se requieren refuerzos especiales. Estos tienen como objetivo mejorar la conexión en los encuentros de muros o aumentar la ductilidad de los muros. Dentro de los refuerzos especiales más usados se tienen caña, madera o similares, malla de alambre y columnas de concreto armado.

Se detallarán especialmente los anclajes y empalmes de los refuerzos para garantizar su comportamiento eficaz.

TABLA 4

Esbeltez	Armostrés y Refuerzos Obligatorios	Espesor mín. Muro (m)	Altura mín. Muro (m)
$\lambda \leq 8$	Solera	0,4 - 0,5	2,4 - 3,0
$8 < \lambda \leq 9$	Solera + elementos de refuerzo horizontal y vertical en los encuentros de muros	0,3 - 0,5	2,4 - 4,0
$9 < \lambda \leq 12$	Solera + elementos de refuerzo horizontal y vertical en toda la longitud de los muros	0,3 - 0,5	2,7 - 4,5

En casos especiales λ podrá ser mayor de 9 pero menor de 12, siempre y cuando se respalde con un estudio técnico que considere refuerzos que garanticen la estabilidad de la estructura.

a) Caña madera o similares

Estos refuerzos serán tiras, colocadas horizontalmente cada cierto número de hiladas (máximo cada 4 hiladas) y estarán unidas entre sí mediante amames adecuados en los encuentros y esquinas. Podrán usarse en los encuentros y esquineros de los muros o en toda la longitud de los muros, dependiendo de lo indicado en la Tabla 4.

En el caso de que se utilicen unidades cuya altura sea mayor de 10 cm, las tiras de caña tendrán un espaciamiento máximo de 40 cm.

Las tiras de caña o similares se colocarán necesariamente coincidentes con el nivel superior o inferior de todos los vanos.

Se colocarán cañas o elementos de características similares como refuerzos verticales, ya sea en un plano central entre unidades de adobe (Ver Figura 3), o en alvéolos de mínimo 5 cm de diámetro dejados en los adobes (Ver Figura 3).

En ambos casos se rellenarán los vacíos con mortero. En esfuerzo vertical deberá estar anclado a la cimentación y fijado a la solera superior. Se usará caña madura y seca o elementos secos de eucalipto u otros similares.

Se podrá usar madera en dinteles de vanos y vigas soleras sobre los muros.

La viga solera se anclará adecuadamente al muro y al dintel si lo hubiere.

b) Malla de alambre

Se puede usar como refuerzo exterior aplicado sobre la superficie del muro y anclado adecuadamente a él. Deberá estar protegido por una capa de mortero de cemento - arena de 4 cm aproximadamente.

La colocación de la malla puede hacerse en una o dos caras del muro, en cuyo caso se unirá ambas capas mediante elementos de conexión a través del muro. Su uso es eficiente en las esquinas asegurado un traslape adecuado.

c) Columnas y vigas de concreto armado

La utilización de columnas de concreto armado como confinamiento de muros de adobe debe utilizarse en casos en que el espesor del muro no exceda los 25 cm y se utilice para unir los adobes un mortero que contenga cemento para poder anclar alambre de ¼" cada tres hiladas

con la finalidad de conseguir una adecuada transmisión de esfuerzos entre el muro y la columna.

La utilización de vigas soleras de concreto armado tiene como objetivo contribuir a formar un diagrama rígido en el nivel en que se construya, puede ser colocado en varios niveles formando anillos cerrados, pero principalmente debe colocarse en la parte superior. Se puede combinar con elementos de refuerzo verticales como cañas o columnas de concreto armado.

De acuerdo al espesor de los muros, se deberá colocar el refuerzo que se indica en la Tabla 4.

En casos especiales se podrá considerar espesores de muro de 20 - 25 cm, siempre que se respalde por un estudio técnico que considere refuerzos verticales y horizontales.

8.5. Techos

a) Los techos deberán en lo posible ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros; además, deberán estar adecuadamente fijados a éstos a través de la viga solera.

b) Los techos deberán ser diseñados de tal manera que no produzcan en los muros, empujes laterales que provengan de las cargas gravitacionales.

c) En general, los techos livianos no pueden considerarse como diafragmas rígidos y por tanto no contribuyen a la distribución de fuerzas horizontales entre los muros. La distribución de las fuerzas de sismo se hará por zonas de influencia sobre cada muro longitudinal, considerando la propia masa y las fracciones pertinentes de las masas de los muros transversales y la del techo.

d) En el caso de utilizar tjeriales, el sistema estructural del techado deberá garantizar la estabilidad lateral de los tjeriales.

e) En los techos de las construcciones se deberá considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.

Artículo 7.- MORTEROS

Los morteros se clasificarán en dos grupos:

- a) Tipo I (en base a tierra con algún aglomerante como cemento, cal, asfalto, etc.).
- b) Tipo II (en base a tierra con paja).

Se considera que las juntas de la albañilería constituyen las zonas críticas, en consecuencia ellas deberán contener un mortero del tipo I ó II de buena calidad.

7.1. Mortero Tipo I

Mortero de suelo y algún aglomerante como cemento, cal o asfalto.

Deberá utilizarse la cantidad de agua que permita una adecuada trabajabilidad.

Las proporciones dependen de las características granulométricas de los agregados y de las características específicas de otros componentes que puedan emplearse.

7.2. Mortero Tipo II

La composición del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ninguna manera tendrá una calidad menor que las mismas.

Deberá emplearse la cantidad de agua que sea necesaria para una mezcla trabajable.

Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente.

Artículo 8.- ESFUERZOS ADMISIBLES

Los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerarán la variabilidad de los materiales a usarse.

Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos

- Resistencia a la compresión de la unidad:

$$f_c = 12 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia a la compresión de la albañilería:

$$f_m = 0,2 f_c + 2 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia a la compresión por aplastamiento:

$$1,25 f_c$$

- Resistencia al corte de la albañilería:

$$V_m = 0,25 \text{ kg/cm}^2$$

8.1. Resistencia a la Compresión de la Unidad

La resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe.

El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última (f_c) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas.

Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de f_c mínimo aceptable de 12 kg/cm².

La resistencia a la compresión de la unidad es un índice de la calidad de la misma y no de la albañilería.

8.2. Resistencia a la Compresión de la Albañilería

La resistencia a la compresión de la albañilería podrá determinarse por:

- a) Ensayos de pilas con materiales y tecnología a usar en obra.

Las pilas estarán compuestas por el número entero de adobes necesarios para obtener un coeficiente de esbeltez (altura / espesor) del orden de aproximadamente tres (3), debiéndose tener especial cuidado en mantener su verticalidad.

El número mínimo de adobes será de cuatro (4) y el espesor de las juntas será de 2 cm. La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura 6.

El tiempo de secado del mortero de las pilas será de 30 días y el número mínimo de pilas a ensayar será de tres (3).

Mediante estos ensayos se obtiene el esfuerzo último f_m en compresión de la pila, considerándose aquel valor que sobrepasa en 2 de la 3 pilas ensayadas.

El esfuerzo admisible a compresión del muro (f_m) se obtendrá con la siguiente expresión:

$$f_m = 0,25 f_c$$

Donde:

f_m = esfuerzo de compresión último de la pila

- b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de pilas, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible:

$$f_m = 2,0 \text{ Kg/cm}^2$$

8.3. Esfuerzo Admisible de Compresión por Aplastamiento

El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento será: $1,25 f_c$

8.4 Resistencia al Corte de la Albañilería

La resistencia al corte de la albañilería se podrá determinar por:

- a) Ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra.

La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura 7.

Se ensayarán un mínimo de tres (3) especímenes.

El esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) se obtendrá con la expresión:

$$V_m = 0,4 f_c$$

Donde:

f_c = esfuerzo último del murete de ensayo.

Este valor será el sobrepasado por 2 de cada 3 de los muretes ensayados.

- b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de muretes, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible al corte:

$$V_m = 0,25 \text{ kg/cm}^2$$

Artículo 8.- DISEÑO DE MUROS

8.1. Diseño de Muros Longitudinales

La aplicación de la resistencia V_m se efectuará sobre el área transversal crítica de cada muro, descontando vanos si fuera el caso.

FIGURA 6
ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL

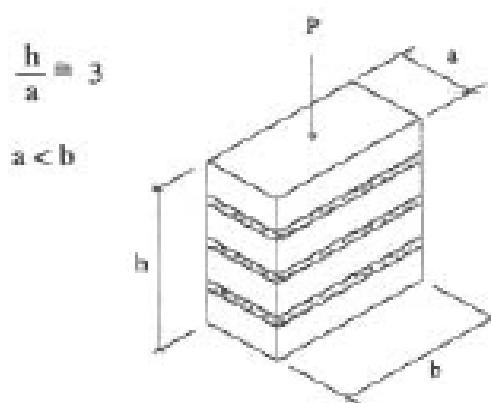
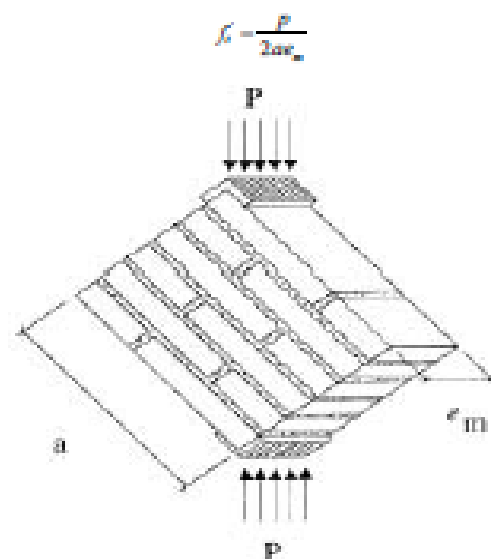


FIGURA 7
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL



ANEXO

ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Las zonas sísmicas en que se divide el territorio peruano, para fines de esta Norma se muestran en la Figura 1. A continuación se especifican las provincias de cada zona.

Zona 1

1. Departamento de Loreto. Provincias de Ramón Castilla, Maynas, y Requena.
2. Departamento de Ucayali. Provincia de Purús.
3. Departamento de Madre de Dios. Provincia de Tahuamanú.

Zona 2

1. Departamento de Loreto. Provincias de Loreto, Alto Amazonas y Ucayali.

2. Departamento de Amazonas. Todas las provincias.
3. Departamento de San Martín. Todas las provincias.
4. Departamento de Huánuco. Todas las provincias.
5. Departamento de Ucayali. Provincias de Coronel Portillo, Abalaya y Padre Abad.
6. Departamento de Cerro de Pasco. Todas las provincias.
7. Departamento de Junín. Todas las provincias.
8. Departamento de Huancavelica. Provincias de Acobamba, Angaraes, Churcampa, Tayacaja y Huancavelica.
9. Departamento de Ayacucho. Provincias de Sucre, Huamanga, Huanta y Vitcoshuaman.
10. Departamento de Apurímac. Todas las provincias.
11. Departamento de Cusco. Todas las provincias.
12. Departamento de Madre de Dios. Provincias de Tambopata y Manú.
13. Departamento de Puno. Todas las provincias.

Zona 3

1. Departamento de Tumbes. Todas las provincias.
2. Departamento de Piura. Todas las provincias.
3. Departamento de Cajamarca. Todas las provincias.
4. Departamento de Lambayeque. Todas las provincias.
5. Departamento de La Libertad. Todas las provincias.
6. Departamento de Ancash. Todas las provincias.
7. Departamento de Lima. Todas las provincias.
8. Provincia Constitucional del Callao.
9. Departamento de Ica. Todas las provincias.
10. Departamento de Huancavelica. Provincias de Castrovirreyna y Huaytará.
11. Departamento de Ayacucho. Provincias de Cangallo, Huanca Sancos, Lucanas, Víctor Fajardo, Paríacochas y Faucar del Sara Sara.
12. Departamento de Arequipa. Todas las provincias.
13. Departamento de Moquegua. Todas las provincias.
14. Departamento de Tacna. Todas las provincias.

NORMA E.090

ESTRUCTURAS METÁLICAS

SÍMBOLOS

El número de la Sección en paréntesis después de la definición de un símbolo se refiere a la Sección donde el símbolo es definido por primera vez

- A Área de la sección transversal, mm² (6.1.1.2)
- A_c Área cargada de concreto, mm² (9.2.4)
- A_c^N Área nominal de un conector, mm² (10.3.7)
- A_c^c Área de concreto, mm² (9.2.2)
- A_c^e Área de la losa de concreto dentro de su ancho efectivo, mm² (9.5.2)
- A_c^b Área de una varilla recalada en función del mayor diámetro de su parte rosca, mm² (10.3.6)
- A_e Área neta efectiva, mm² (2.3)
- A_f Área del ala, mm² (Apéndice 6.3)
- A_{fp} Área efectiva del ala en tracción, mm² (2.10)
- A_{ft} Área total del ala, mm² (2.10)
- A_{fn} Área neta del ala, mm² (2.10)
- A_f^c Área total, mm² (1.5)
- A_{fp}^c Área total sometida a tracción, mm² (10.4.3)
- A_{fp}^c Área total sometida a corte, mm² (10.4.3)
- A_n Área neta, mm² (2.2)
- A_{nn} Área neta sometida a tracción, mm² (10.4.2)
- A_{nc} Área neta sometida a corte, mm² (10.4.1)
- A_{np} Área proyectada de aplastamiento, mm² (10.8)
- A_r Área de barras de refuerzo longitudinal, mm² (9.2.2)
- A_s Área de la sección transversal de acero, mm² (9.2.2)
- A_w Área de la sección transversal del perno de corte, mm² (9.5.3)
- A_w^c Área de corte en la línea de falla, mm² (4.3)
- A_w^e Área del alma, mm² (6.2.1)
- A_1 Área de acero concentricamente cargada sobre un apoyo de concreto, mm² (10.9)
- A_2 Área total de la sección transversal de un apoyo de concreto, mm² (10.9)

- B Factor para esfuerzo de flexión en tees y ángulos dobles (6.1.1.2)
- B Factor para esfuerzos de flexión en elementos con almas de peralte variable, mm, definido por las Ecuaciones A-6.3-8 a la A-6.3-11 (Apéndice 6.3)
- B_1, B_2 Factores usados en determinar M_r , flexo-compresión cuando se emplea un análisis de primer orden (3.1)
- C_{po} Coeficiente para Vigas de Plancha (7.2)
- C_v Coeficiente de flexión dependiente de la gradiente de momentos (6.1.1.2a)
- C_w Coeficiente aplicado al término de flexión en la fórmula de Interacción para elementos prismáticos y dependiente de la curvatura de la columna causada por los momentos aplicados (3.1)
- C_w^c Coeficiente aplicado al término de flexión en la fórmula de Interacción para elementos de peralte variable y dependiente del esfuerzo axial en el extremo menor del elemento (Apéndice 6.3)
- C_p Coeficiente de empozamiento de agua para elemento principal en un techo plano (11.2)
- C_s Coeficiente de empozamiento de agua para elemento secundario en un techo plano (11.2)
- C_t Relación del esfuerzo crítico del alma, de acuerdo a la teoría de pandeo, elástico al esfuerzo de fluencia en corte del material del alma (7.3)
- C_u Constante de alabeo, mm² (6.1.1.2a)
- D Diámetro exterior de sección hueca circular. (Apéndice 2.5.3b)
- D Carga muerta debido al peso propio de los elementos estructurales y los efectos permanentes sobre la estructura (1.4.1)
- D Factor usado en la ecuación 7.4-1, dependiente del tipo de rigidizadores transversales usado en una viga de planchas(7.4)
- E Módulo de elasticidad del acero ($E = 200\ 000$ MPa) (5.2.1)
- E Carga del sismo (1.4.1)
- E_c Módulo de elasticidad del concreto, MPa(9.2.2)
- E_m Módulo de elasticidad modificado, MPa (9.2.2)
- F_{ax} Resistencia nominal del material de base a ser soldado, MPa(10.2.4)
- F_{ax}^c Resistencia mínima especificada del metal de soldadura, MPa (10.2.4)
- F_c El menor valor de $(F_{cr} - F_c)$ o de F_{cr} , MPa (6.1.1.2a)
- F_{cr} Esfuerzo de flexión para elementos de peralte variable definido por las Ecuaciones A-6.3-4 y A-6.3-5 (Apéndice 6.3.4)
- F_{cr} Esfuerzo crítico, MPa (5.2)
- F_{cr}, F_{cr}, F_{cr} Esfuerzos de pandeo flexo - torsional en secciones comprimidas de doble ángulo y secciones en forma de T, MPa (5.3)
- F_c Esfuerzo de pandeo elástico, MPa(Apéndice 6.3)
- F_{cr} Esfuerzo de pandeo elástico en flexión con respecto al eje mayor, MPa (Apéndice 6.3)
- F_{cr} Esfuerzo de pandeo elástico en flexión con respecto al eje menor, MPa (Apéndice 6.3)
- F_{cr} Esfuerzo de pandeo elástico torsional, MPa(Apéndice 6.3)
- F_{cr} Esfuerzo de fluencia modificado para columnas compuestas, MPa(9.2.2)
- F_c Esfuerzo nominal cortante ó de tracción a la rotura MPa(10.3.6)
- F_c Esfuerzo residual de compresión en el ala (70 MPa para laminado; 115 MPa para soldado) MPa (Tabla 2.5.1)
- F_{cr} Esfuerzo para elementos de peralte variable definido por la Ecuación A-6.3-6, MPa (Apéndice 6.3)
- F_c Resistencia mínima de tracción especificada para el tipo de acero que está usándose, MPa(2.10)
- F_w Resistencia nominal del material del electrodo para soldadura, MPa (10.2.4)
- F_{cr} Esfuerzo para elementos de peralte variable definido por la Ecuación A-6.3-7, MPa (Apéndice 6.3)
- F_y Esfuerzo de fluencia mínimo especificado del tipo de acero que está usándose Mpa. Como se usa en esta especificación, «esfuerzo de fluencia» denota o el punto de fluencia mínimo especificado (para aquellos aceros que tengan punto de fluencia) o la