



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Aplicación de poliestireno expandido para mejorar la resistencia mecánica del adobe en el sitio Arqueológico de Pachacamac -Lima - 2020”

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

AUTOR:

Abad Flores, Jorge Antonio (ORCID: 0000-0002-2592-2402)

ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo (OCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis investigación con mucho cariño:

A madre, por su apoyo incondicional durante el tiempo que ha tomado la realización de este trabajo, por enseñarnos que el esfuerzo y sacrificio son fuentes de impulso para lograr las metas.

A mi familia por alentarme a acabar este largo proceso de elaboración del trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a nuestro asesor Dr. Gerardo Cancho Zuñiga, por el tiempo dedicado al desarrollo de esta tesis, ya que sin su invaluable aporte y experiencia esta investigación no hubiera sido posible.

Finalmente agradecemos a nuestros amigos y familiares por su apoyo durante la elaboración de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE IMÁGENES	VI
RESUMEN	VII
ABSRTACT	VIII
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1 Tipo y Diseño de investigación:	23
3.2 Variables y operacionalización:.....	24
3.3 Población, muestra y muestreo	25
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	27
3.5. Procedimientos:.....	29
3.6. Métodos de análisis.....	29
3.7 Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS	45
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tesis a investigar.....	30
Tabla 2. Contenido de humedad T1	31
Tabla 3. Porcentaje que pasa la malla n°200 T1.....	31
Tabla 4. Límites de atterberg T1.....	31
Tabla 5. Contenido de humedad T2	32
Tabla 6. Porcentaje que pasa la malla n°200 T2.....	32
Tabla 7. Límites de Atterberg T2	32
Tabla 8. Contenido de humedad T3	33
Tabla 9. Porcentaje que pasa la malla n°200 T3.....	33
Tabla 10. Límites de Atterberg T3	33
Tabla 11. Porcentaje de poliestireno rayado T1	34
Tabla 12. Porcentaje de EPS esferas. T2.....	35
Tabla 13. Porcentaje de EPS esferas T3.....	35
Tabla 14. Ensayo de resistencia compresión EPS rayado T1.....	36
Tabla 15. Ensayo de resistencia compresión EPS esferas T2	36
Tabla 16. Ensayo de resistencia compresión EPS esferas T3	37
Tabla 17. Ensayo de succión EPS esferas. T2.....	38
Tabla 18. Ensayo de succión EPS esferas T3.....	39
Tabla 19. Resultados ensayo de succión EPS esferas.....	44

ÍNDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1. Prueba de la bolita de arcilla	18
Ilustración 2. Romper la bolita de arcilla.....	19
Ilustración 3. Muestra del bastón de arcilla	19
Ilustración 4. Muestra de bastón de arcilla	20
Ilustración 5. Zarandear	21
Ilustración 6. Mapa del Peru	26
Ilustración 7. Lurin	26
Ilustración 8 Palacio de Acllahuasi.....	27
Ilustración 9 . Ensayo de resistencia compresión EPS	37
Ilustración 10. Ensayo de resistencia compresión EPS	38
Ilustración 11. Ensayo de resistencia compresión EPS (Rayado).....	40
Ilustración 12. Ensayo de resistencia compresión EPS (esferas)	41
Ilustración 13. Ensayo de succión EPS (esferas)	42

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en el sitio arqueológico del museo Pachacamac distrito de Lurín, se utilizó el método investigación tipo observacional por motivos que en este momento el Perú afronta una pandemia y es un problema sanitario, el estudio está realizado en diferente edificaciones y estructuras representativas del sitio, ya que presentan problemas estructurales, deterioro ocasionados por el pasar del tiempo y por las actividades sísmicas, también por la erosión del viento ya que se encuentra ubicada cerca al litoral marino y también por personas que causaron vandalismo dañando los muros, el objetivo principal de esta investigación fue aplicar poliestireno expandido en esferas en el adobe patrón para obtener mejor rendimiento en los ensayos de compresión, ensayos de succión e impermeabilidad a la hora de la restauración de los edificios en el sitio arqueológico del museo Pachacamac distrito de Lurín; por otro lado los objetivos específicos que se han podido considerarse fueron hacer un diseño de mezcla de adobe , con un porcentaje de 3.5%, 4% y 4.5% con respecto al volumen del adobe. Se realizan estos estudios ya que en la zona de investigación hay adobes de muy baja calidad en compresión y succión.

La población analizada de la presente investigación fueron las unidades de adobes tradicional con adición de poliestireno expandido teniendo una muestra de 40 adobes. Concluyendo que los adobes elaborados con adición de poliestireno expandido tienen mejores propiedades al ser comparadas con adobones de elaboración tradicional.

Palabras claves: poliestireno expandido, adobones, sitio arqueológico, adición, propiedades físicas y mecánicas del adobe.

ABSTRACT

This research was carried out at the archaeological site of the Pachacamac museum in the Lurín district, the observational method was used for reasons that Peru is currently facing a pandemic and is a health problem, the study is carried out in different buildings and representative structures of the site, since they present structural problems, deterioration caused by the passage of time and by seismic activities, also by wind erosion since it is located near the sea coast and also by people who caused vandalism damaging the walls, the main objective of This research was to apply expanded polystyrene in spheres in the adobe pattern to obtain better performance in compression tests, suction tests and waterproofing when restoring buildings at the archaeological site of the Pachacamac district museum in Lurín; On the other hand, the specific objectives that could be considered were to make an adobe mix design, with a percentage of 3.5%, 4% and 4.5% with respect to the volume of the adobe. These studies are carried out since there are adobes of very low quality in compression and suction in the research area.

The analyzed population of the present investigation were the traditional adobe units with the addition of expanded polystyrene having a sample of 40 adobes. In conclusion, adobes made with the addition of expanded polystyrene have better properties when compared to traditionally made adobes.

Keywords: expanded polystyrene, adobones, archaeological site, addition, physical and mechanical properties of the adobe.

I. INTRODUCCIÓN

La arquitectura y la forma del asentamiento humano del territorio son una expresión privilegiada en la que el análisis de estos testimonios es una herramienta valiosa para estudiar los síntomas de este tipo de proceso social, ya que representan una cantidad significativa de actividad humana y, por lo tanto, manifiestan la forma de organización social y forma de vida. La arquitectura y los propios establecimientos tienen en cuenta la calidad de los productos sociales. El análisis funcional, formal y constructivo, por lo tanto, nos permite examinar los procesos de especialización productiva, la división del trabajo y las formas de organización social desde estos puntos de vista. Desde esta perspectiva, el análisis de los procesos de civilización adquiere una importancia central debido a la relevancia particular que asumen para el desarrollo de los procesos en cuestión. Por lo tanto, la tarea que tenemos ante nosotros no es solo reconstruir la identidad material y física del edificio arquitectónico, sino en particular su estado como continente de actividades sociales y la representación social asociada. (Canziani, 2009, p.18).

De la (Dirección Desconcentrada de Cultura de Junín), José Carlos Rivadeneira manifestó que, en el año 2018, cursó documentos a los propietarios de las casonas, para exhortarles a que realicen labores de protección de los inmuebles, pero muy pocos asumieron acciones. Es por ello, que ahora han requerido al Instituto de Defensa Civil una evaluación general. En la actualidad, el Ministerio de Cultura en Junín, tiene registrados a unos 86 inmuebles y ambientes urbano monumentales en Junín, entre iglesias, casonas y otros.

El santuario arqueológico de Pachacamac uno de los sitios con mayor número de edificaciones prehispánicas en la costa central del Perú con una antigüedad de 1700 años cronológicamente, fue un centro religioso muy importante para su época con construcciones que de calles centrales y pirámides con rampas que hacen que Pachacamac sea un sitio sagrado.

Para darse cuenta de la problemática de los edificios del sitio arqueológico es necesario entender que las causas principales son los movimientos telúricos y la estabilidad del

terreno. También existen causas ambientales de naturaleza intrínseca de los materiales; como los adobes y los tapiales que se desmoronan con el tiempo, así también como la brisa marina ya que se encuentra muy cerca al mar. En la actualidad, la erosión eólica se ha vuelto un problema que afecta las edificaciones, estructuras muros cuyo al pasar los años las piedras de las bases se han quedado bajo la tierra. En el caso de los movimientos telúricos es mucho más, ya que los nuevos movimientos telúricos empeoran la situación de los muros y estructuras que ya presentan daño de gran magnitud: fisuras gruesas, desfases permanentes, pérdida de paramento de partes estructurales. Por eso tenemos hoy en día la necesidad de realizar intervenciones que devuelvan, la estabilidad estructural a los muros y edificios sin modificar su verdadero diseño, sin eliminar su presencia como testimonios históricos. La Conservación del Santuario de Pachacamac y los Terremotos. (Seiner, 2009, p 384).

En la presente investigación de tesis se establece el siguiente problema general ¿Cómo influyo la Aplicación de poliestireno expandido para mejorar la resistencia mecánica del adobe en el sitio Arqueológico de Pachacamac -Lima -2020? Y teniendo el primer problema específico sería ¿De qué manera la aplicación del poliéstireno expandido mejoraría la dosificación del adobe en el Sitio Arqueológica de Pachacamac -Lima 2020?, como segundo problema específico sería ¿De qué manera la aplicación del poliéstireno expandido mejoraría la resistencia del adobe en el Sitio Arqueológica de Pachacamac -Lima- 2020? y como tercer problema específico sería ¿De qué manera la aplicación del poliéstireno expandido para mejoraría la impermeabilidad del adobe en el Sitio Arqueológica de Pachacamac -Lima 2020?

El presente proyecto de investigación se justifica técnicamente porque podrá aclarar, acerca de la implementación del poliestireno expandido en los bloques de adobe para alterar sus propiedades mecánicas. Respecto a la parte económica este proyecto tuvo como finalidad no tener mayor costo pues los materiales a utilizar son los que se encontraran en sitios autorizados y proveedores a nivel nacional, en la parte de conservación arqueológica este proyecto planteó aumentar la calidad de vida de los materiales que están en las zonas del sitio arqueológico pues se propuso dar mejor tiempo de vida a los adobes y a su vez preservar el medio ambiente. La justificación de

la investigación tiene como finalidad analizar la conducta mecánica del adobe con la adición de poliestireno expandido, de esta manera buscamos en laboratorio un estudio de las características tanto de la resistencia a la compresión, resistencia a la absorción del agua y densidad, para poder determinar los beneficios del sitio arqueológico de Pachacamac la durabilidad y la seguridad de no tener un impacto ambiental; En la justificación metodológica se va utilizar la norma del ministerio de vivienda E-080 construcción con tierra.

Como objetivo general del proyecto se planteó, determinar cómo influyo la aplicación de poliestireno expandido para mejorar la resistencia mecánica del adobe en el sitio arqueológico de Pachacamac. Lima -2020, y el segundo objetivo específico sería, determinar como la aplicación del poliestireno expandido en el adobe mejorara la dosificación en el sitio arqueológico de Pachacamac. Lima -2020, y como segundos objetivos específicos sería determinar como la aplicación del poliestireno expandido mejorara la resistencia del adobe en el santuario arqueológico de Pachacamac Lima -2020. Por último, el tercer objetivo sería determinar como la aplicación del poliestireno expandido mejorara la impermeabilidad en el adobe en el santuario arqueológico de Pachacamac. Lima -2020

En la hipótesis general del proyecto planteó determinar cómo influyo, la aplicación de poliestireno expandido mejorara la resistencia mecánica del adobe en el santuario arqueológico Pachacamac -Lima -2020, y la primera hipótesis sería como, la aplicación poliestireno expandido mejorara la dosificación del adobe en el santuario arqueológico Pachacamac -Lima -2020, y la segunda hipótesis específica sería, la aplicación de Poliestireno expandido mejorara la resistencia de los adobes en el sitio arqueológico Pachacamac-lima -2020. y la tercera hipótesis sería, la aplicación de Poliestireno expandido mejorara la impermeabilidad de los adobes en el santuario arqueológico Pachacamac.

II. MARCO TEÓRICO

Alday (2014), en su tesis sobre “Efecto de los estabilizadores en las propiedades físicas del adobe”. Tuvo como objetivo realizar mezclas de suelo con distintos aditivos estabilizadores para evaluar su comportamiento; la metodología utilizada es de exploración aplicada en fase de prueba correlacional, utilizando aditivos estabilizadores para mejorar las características mecánico y físico del adobe. En la muestra de este experimento se utilizó 70 adobes con diferente tipo de aditivos y agregados se fabricó adobes tradicionales, con aditivo sika 1, cemento portland y emulsión asfáltica considerando nuevas características al adobe como resistencia compresión, impermeabilidad, adsorción a la humedad. El resultado es que los adobes mezclados con cemento portland tuvieron un rendimiento mejor en la compresión con un porcentaje de 6 veces mejor comparado con un adobe tradicional, pero los adobes con los otros aditivos como sika 1 y el asfalto no tuvieron buena resistencia a la compresión, pero si en el aspecto de impermeabilidad.

Rio, Viñas (2017), Título de la tesis “Caracterización de compuestos eco-eficientes de yeso aligerado con residuo de poliestireno extruido (XPS)”. El objetivo es reducir el impacto ambiental en los proyectos de construcción residencial, la metodología utilizada es aplicada en fase de prueba correlaciona mediante un nuevo material eco-eficiente compuesto de yeso y se agrega residuos de poliestireno extruido, resaltando el sistema de reciclaje. Los resultados en esta investigación de tesis es que las placas de yeso con poliestireno extruido pueden ser utilizadas en construcciones ligeras porque pierden resistencia, pero también se encontró en la investigación propiedades térmicas mejoradas

Pacheco (2018), en su tesis “Propiedades Físicas –Mecánicas del Concreto Celular con Poliestireno Expandido y su Aplicación en la Industria de la Construcción”. El objetivo de la siguiente tesis es el comportamiento de un material de construcción llamado concreto celular, la metodología utilizada es aplicada porque se va a utilizar la mezcla, para ver su comportamiento mecánico y físico. Resultado este hormigón, al no tener la

existencia de añadido abultado (piedra), los valores de la compresión se reducen respecto al preciso momento que su consistencia puede llegar a posicionarse en un rango de 320 a 1920 kg/. Resultados más saltantes en su estado endurecido se sometió a los ensayos de compresión y térmico de tal forma de cuantificar las características y propiedades de la muestran. Este tipo de material solo puede ser utilizado únicamente en elementos no estructurales dado que al no tener mucha resistencia es imposible usar en columnas, vigas, lápidas, cimentaciones u otros semejantes.

Naiza (2017), En su tesis “Aplicación del Poliestireno Expandido en la Fabricación de Unidades de Concreto Liviano para Muros de Tabiquería en la Ciudad de Arequipa”. El objetivo de la investigación científica muestra la fabricación de estructuras con (EPS) para reemplazar muros de tabiquería. La metodología utilizada es aplicada es de cambiar y mejorar partes de las estructuras con materiales más livianos de baja consistencia y mejor conductividad térmica. Los resultados obtenidos fueron 3 muestras, intentando encontrar partes iguales de ligereza con perlas de (EPS) para muros que no tengan el trabajo de ser estructurales. Los resultados más resaltantes, se llevó a cabo el diseño de muro de con EPS con la siguiente medida de compresión que es de 15 kg/cm², 20 kg/cm² y a 25 kg/cm² basados en las normas de construcción E 0.70 en estas prueban de laboratorio obtenidos se ve el grado de material utilizado y costo adecuado para su fabricación.

Vermiglio (2017), según la tesis “La igualdad de la resistencia de compresión uniaxial en ladrillos de Adobe Tradicional, Adobe Compactado y Súper adobe, -Cajamarca 2017”. El objetivo es uno de los materiales de creación más antiguos es el adobe, el cual radica en bloques de tierra secados al sol, y que es un material todavía muy usado en las áreas despobladas del país. El estudio, la tecnología de preparación del adobe encontró varios adelantos, así como el de comprimir las cantidades de tierra con una máquina, producto de lo cual se alcanzan adobes compactados, o la utilización de sacos llenos de tierra o saco arena, los cuales son la inspiración detrás del avance del superadobe., estos adelantos, no obstante, no son muy aplicados gracias a la relativa ignorancia sobre sus características y provecho en relación al adobe convencional; por

medio de la presente exploración se comparó la resistencia a compresión uniaxial de los tipos de adobe nombrados. Se ha propuesto mostrar que el superadobe muestra una más grande resistencia a compresión uniaxial comparando al adobe compactado y al clásico, más grande al 10%, para lo que se han realizado los estudios del suelo obtenido de la cantera de Cruz Blanca, el cual fue usado para la preparación de 20 especímenes de cada tipo de adobe, los cuales fueron sometidos a pruebas de compresión para conseguir valores promedio de su resistencia y después poder compararlos. Los resultados que se consiguieron demuestran un aumento en la resistencia a compresión uniaxial de 35.02% para el adobe compactado y de 47.94% para el superadobe, comparando a los adobes elaborados comúnmente.

Paucar (2018), en su tesis “Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz, Ancash - 2018.” El objetivo primordial de esta investigación fue implementar un adobe con adición de poliestireno para construir casas temperadas en la región rural del distrito de Caraz en el departamento de Ancash; la metodología utilizada es de exploración aplicada en fase de prueba correlacional, considerando un diseño de mezclas con adobe y nuevas propiedades físicas y mecánicas aparte de la conductividad con la incorporación de poliestireno expandido al 1%, 2% y 3% en relación al porcentaje del material utilizado en el ladrillo de adobe. La muestra en este proyecto consistió en 60 adobes entre clásicos o patrones y adobes con adición de EPS, considerando las características mecánicas del ladrillo de adobe como resistencia a la compresión y características físicas de Absorción y Alabeo. Los resultados más saltantes encontrados para el adobe clásico y el adobe con adición de poliestireno expandido fueron que el adobe con adición de 3% de poliestireno expandido tendría mejor resistencia mecánica y conductividad térmica óptima para la construcción de vivienda en la zona alto andina.

Inga (2019), en su tesis “Diseño de un adobe con poliestireno expandido reciclado para una vivienda climatizada en la zona rural de Piruruyoc, Huaraz - Ancash, 2019”. El objetivo de esta investigación de tesis es erigir casas que tengan una capacidad de aislamiento térmico; la metodología utilizada es de exploración aplicada - experimental – correlacional, ejecutar un proyecto que replantea una mezcla de adobe artesanal

incorporando poliestireno expandido obteniendo una nuevas propiedades físicas y mecánicas aparte de la conductividad con la porcentajes de poliestireno expandido al 0.5%, 1% y 1.5% en relación al porcentaje del material utilizado en los bloques de adobe. La muestra de este proyecto se compuso de 60 ladrillos de adobe artesanales y otros 60 ladrillos con la adición del EPS, tomando en cuenta las propiedades más significativas de la investigación como resistencia a la compresión en propiedad mecánica, adsorción y alabeo en propiedad física. Los resultados que brindaron dicha investigación es que los adobes con 1.5% de EPS tendrían mejor resistencia mecánica y una mejor conductibilidad térmica para la construcción de casas en dicha provincia del Perú.

Alva (2019), en su tesis “Viabilidad del uso de poliestireno reciclado como impermeabilizante en adobes de construcción” el objetivo principal de esta investigación es dar solución al problema de impermeabilidad en muros de adobe zona arqueológica de Chan-Chan; la metodología que se utilizo fue Aplicativa-correlacional, se realizado un diseño de aditivo con el poliestireno expandido y gasolina, agregándole al adobe para tener nuevas propiedades tanto mecánicas y físicas. La muestra se realizó con 14 adobes de los cuales a 7 adobes fueron adobes tradicionales y los otro 7 adobe fueron con el aditivo de poliestereno expandido disuelto con gasolina, teniendo en cuenta que se obtuvo mejoras en su comportamiento de impermeabilidad y de resistencia a la compresión. Los resultados más saltantes son que los adobes con el aditivo creado tuvieron un comportamiento optimo en el aspecto de impermeabilidad, pero en la resistencia a la compresión no tuvieron buen resultado

Para comprender mejor el proyecto de investigación presentaremos distintas definiciones del tema:

Poliestireno Expandido (EPS), es una espuma de polímero termoplástico obtenida por un proceso químico llamado polimerización de estireno. Se trata de una estructura molecular rígida, blanca, altamente maniobrable, caracterizada por una baja densidad celular termoplástica y una alta resistencia por su propiedad que son mecánica física en comparación con un peso ligero.

-Propiedades mecánicas, tiene un comportamiento relacionado con el peso por unidad de volumen sus características son las siguientes.

- Resistencia a la compresión.
- Contracción Transversal.
- Fluencia y relajación.
- Resistencia a la tracción, resistencia a la flexión y resistencia al deslizamiento.
- Coeficiente de rozamiento.

-Propiedades físicas, reacción del material en el medio ambiente.

- Propiedades térmicas.
- Propiedades higroscópicas.
- Comportamiento frente al fuego.
- Durabilidad.
- Resistencia a los productos químicos.

-Propiedades relativas al medio ambiente, amigable y cero contaminaciones con un manejo razonable.

-Propiedades relativas a la higiene y seguridad en el trabajo, no es contaminante en la salud del trabajador en el momento de su manipulación.

-Las propiedades básicas del material. En nuestra propia regulación de productos de EPS de acuerdo en una ingeniería civil responsable norma UNE EN 14933 todas las características particulares se contemplan para esta aplicación con la posibilidad de la medición en EPS.

En la publicación de Eumeps “El libro blanco de EPS” además es posible encontrar una información más detallada en otras características distinguibles como: la resistencia a

compresión en el 5% o en el 2% de deformación, fluencia en una compresión, en una resistencia a derechos cíclicos, a penetración, ANAPE, (2018).

El siguiente tema a tocar es el ladrillo de adobe ya que es una variable en esta investigación que es muy común en el uso constructivo de las estructuras de arquitectónicas en la zona arqueológica. El adobe es un ladrillo hecho de varias clases de materiales y es una técnica ancestral que tiene origen de los pueblos más antiguos de la historia de humanidad hasta nuestro día. Su uso fue registrado hace miles de años en varios continentes y pueblos de nuestra tierra.

Esta técnica se basa en piezas macizas o unidades de barro sin cocer. Las dimensiones de la pieza son muy variables y responden tanto a la tradición como a los criterios constructivos (El adobe es una técnica con materia prima abundante, económica y reciclable, sobretodo en nuestro país Perú y más todavía en la zona sierra, es increíble sirve para regular la temperatura ambiente de las habitaciones.

Fabricado con otras fibras cambia su estructura y se transforma en ladrillos de aislamiento acústico, térmico, absorbe olores y no es inflamable con el contacto al fuego:

El adobe es un ladrillo hecho con el lodo o barro, las mezclas ideales tienen el 20 % interior de arcilla y el 80 % de arena. Mezclado el material con el agua se obtiene un modo dinámico que facilita, para volcarlo en las joberas con medidas proporcionadas y dimensiones que dan forma correcta para cada utilización. Cuando la parte del agua se evapora, el ladrillo de allí pasa a un cuarto de secado bajo sombra es entonces donde se nota que el adobe está bien hecho porque sus partículas están sostenidas.

Varios días después, para apresurar el secado, los ladrillos son movidos apoyándolos en una de sus caras laterales. Al final del proceso de secado pueden ser apilados la curación del ladrillo de adobe puede tomar 30, según en relación a los tamaños de los adobes. Para ese instante el ladrillo es ya tan fuerte como el cemento. De la Peña, (1997 P. 22 y P.23).

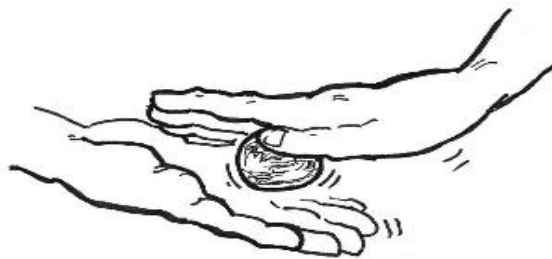
Es una masa de tierra mezclada con paja, formada por moldes de madera de diferentes tamaños y secado al aire libre, pero bajo techo. Para Basterra y Jove, (2001).

Define al adobe como: Es un poco de tierra de arcilla también de arena gruesa y agua donde su característica puede tener un agrado de resistencia y durabilidad. Para la preparación de un ladrillo de adobe lo puede hacer una persona con poca capacitación, se puede hacer con alguna clase de tierra, no ordenan un mezclado exacto de arcilla y arena, además se dejan secar al sol y en algunos días quedan completados. La Norma E.080 (2017) Diseño y construcción con tierra reforzada.

Preparación del Adobe, En la prueba de campo, para hacer adobe necesitamos que el suelo tenga una proporción adecuada de arcilla (también llamada barro) y suelo blanco. Es importante especificar que el tipo de suelo es diferente en cada lugar y que es difícil encontrar un suelo que tenga la proporción adecuada de arcilla y tierra blanca, que es necesario agregarle los elementos que tendría. Necesito llegar. la proporción adecuada.

La prueba de la bolita, Tome algo de mezcla de adobe con la mano empuñándola, agréguele un poco de agua, hasta que logre formar una bolita de 2centímetros diámetro.

Ilustración 1. Prueba de la bolita de arcilla



Fuente proyecto TAISHIN.

Déjala secar por un día, después apriétela con los dedos pulgar e índice de una mano. Si la bolita no se rompe, la tierra es correcta. Si se rompe, el suelo no posee bastante barro, por lo cual no se puede usar.

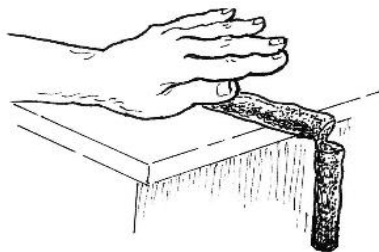
Ilustración 2. Romper la bolita de arcilla



Fuente proyecto TAISHIN.

La prueba del rollito, que se ejecuta para comprender si la proporción de barro que tiene dentro latiera es la correcta. Se hace un rollito con la mezcla, de 20 cm de extenso y de un diámetro de 1 cm. Si se rompe entre los 5 y 15 cm, latiera es buena, porque tiene la adecuada proporción de barro y arena.

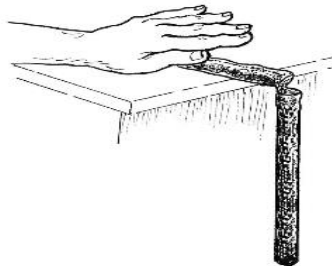
Ilustración 3. Muestra del bastón de arcilla



Fuente proyecto TAISHIN.

Si se rompe a bastante más de 15 centímetros, tiene exceso de barro, entonces hay que añadir tierra blanca.

Ilustración 4. Muestra de bastón de arcilla



Fuente proyecto TAISHIN.

Si se necesitan dos tipos de suelo, se sugiere desviarse de la siguiente proporción: para una medición de lodo, agregue 4 mediciones de suelo blanco. Si los resultados esperados aún no se alcanzan, la proporción de suelo blanco debe aumentar hasta que la mezcla impecable que supera la prueba.

En la elaboración del adobe patrón para la construcción de una casa, usarán dos medidas de adobe, una de 30 cm por 30 cm de grosor y la otra de 30 x 14 cm para 10 de grosor, correspondientes a las mitades de adobe. Deben hacerse en moldes de madera o metal con dimensiones reconocidas. Entonces tenemos que preparar el lugar donde vamos a hacer el adobe. Debe ser plano y seco. Es necesario limpiar algo de basura que pueda adherirse a la mezcla. También colocaremos una fina capa de arena para que los adobes no se queden en el suelo. Una vez que enumeramos el lugar, es importante recordar que primero prepararemos las pruebas de adobe para confirmar que serán de calidad, luego se crearán todos los adobes necesarios para la creación.

Su preparación del adobe en el Perú, es simple y ancestral, la tierra debe estar limpia de material orgánico y piedras. Se sugiere colarlo con zaranda.

Ilustración 5. Zarandear



Fuente proyecto TAISHIN.

Se prepara muestras de prueba (bloques de dos adobes que ya están unidos por morteros nuevos). Las mezclas del mortero tienen que tener la misma proporción de agua que se requiere para hacer una buena una mezcla. Esta elaboración de las distintas muestras, el mortero va a incrementar la proporción de arena gruesa en cada muestra y la proporción de agua utilizada, comenzando por una proporción de una (01) parte de suelo y cero (0) partes de arena gruesa, ósea, una proporción 1:0. En la segunda muestra, una sección de suelo y $\frac{1}{2}$ parte de arena gruesa, ósea, una proporción de 1: $\frac{1}{2}$ En la siguiente muestra, una sección de suelo y otra de arena gruesa, ósea, 1: 1, y de esta forma sucesivamente hasta la proporción 1: 3. Dentro de dos días se abren las muestras en el mismo orden para ver si el mortero se agrieta. Para la albañilería de adobe, la cantidad impecable que es la que corresponde a la

muestra que no tenga grietas ni fisuras visibles. El suelo teniendo regular arcilla, no tiene presencia en ninguna muestra de grietas, significa que no necesita agregarle arena gruesa, porque en este momento se encuentra equilibrado La Norma E.080 (2017) Diseño y construcción con tierra reforzada.

En la preparación del barro hay que continuar el zarandeo de la tierra para luego por un tiempo de dos días someterla a un avance de hidratación de la exhibe.

En el secado del bloque o ladrillo de adobe no debe secarse de forma directa con el sol, sino más bien se utiliza tendales que protegen a la exhibe del sol y del viento. Sobre el tendal que es de tipo malla (de esteras o de junco) hay que echar arena fina con el propósito de eliminar restricciones en todo el encogimiento del secado.

La dimensión del adobe a utilizar en la presente tesis es de 46 cm de largo por 37 de ancho y de un espesor de 16 cm. Según lo permitido en el Ministerio de Cultura para los trabajos permitidos.

Las ventajas de construir con adobes son las siguientes:

- Es un material de fabricación de bajo costo.
- El material utilizado se encuentra en zonas cercanas de la población.
- Es un material que se utiliza y no llevan base o cimiento de creación.
- La eficacia del adobe tiene una experiencia de uso de más de 1000 años.
- Los ladrillos de adobe son veloces y simples de crearse y hasta una solo persona puede llevar a cabo los ladrillos y con ellos crear. Martínez, (2013).

Las desventajas de construir con adobes son las siguientes:

- La desventaja de esta habilidad está en el proceso de instalación ya que lleva de 2 a 3 semanas en que se pueda mantener una obra con techo.
- El desarrollo además es dependiente extensamente de componentes empíricos como: superficies del trabajo artesanal el secado y su almacenamiento ya que tienen que secar las piezas anteriores.

- La recurrencia en la fabricación de adobe tiene la posibilidad de no tener controles de tierra y aditivos o estabilizantes.
- Una composición en adobe tiene la posibilidad de tener inconvenientes de durabilidad si no se le otorga cuidado, más que nada si se muestra al
- No tiene resistencia a tracción.
- Gran espesor de los muros, que decrece el sector servible.
- Prejuicios sobre su efectividad, resistencia y
- Nula resistencia al agua: que sea agua lluvia, infiltraciones, humedad,
- La tierra no es un material estandarizado, entonces se puede hallar frente a un material que tiene propiedades muy cambiantes además en cada
- No se tienen la posibilidad de hacer edificaciones en
- No tiene más grande elasticidad a nivel de un diseño, sobretodo subjetivamente a luces y espacios.
- Con estas virtudes o desventajas se tienen que tomar muy claro los objetivos, los estudios de la obra va a determinar la utilización en la obra. Martínez, (2013).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación:

Tipo de investigación: Se considera este método de investigación tipo observacional porque intenta captar aquellos aspectos que sobresalen más significativos de cada objeto o fenómeno a investigar.

Diseño de investigación: Según Francisco Espinoza (2015) define el método de observación, tratamos de comprender los aspectos sobresalientes o más importantes de cada objeto o fenómeno que se investiga para establecer propiedades y relaciones. Sin embargo, esto no sucede con una visión pasiva de la realidad; Para que la investigación permita la asimilación y explicación de objetos y fenómenos, la percepción debe ser intencional o deliberada, ya que se lleva a cabo con un objetivo específico. ilustrado porque es, por así decirlo, impulsado por el conocimiento previo llamado teoría.

3.2 Variables y operacionalización:

Variable independiente

Y: Poliestireno expandido.

Variables dependientes

X: resistencia mecánica del adobe.

Definición conceptual:

EPS sigue siendo uno de los materiales aislantes más baratos y, debido a su especial estructura, uno de los mejor adaptados a los diferentes sistemas de construcción. Esta estructura de celdas con aire estacionario, que es el mejor aislante térmico, hace que el EPS sea especialmente adecuado como material de aislamiento EPS (ANAPE,2018, p.20)

Resistencia mecánica del adobe

Es la forma como las propiedades del adobe cambian y tiene otro tipo de comportamiento con los cambios directos del clima donde va trabajar. Las propiedades mecánicas en las dos variables a utilizar son: resistencia a la compresión, resistencia a la humedad y la densidad.

Variable independiente:

Para comprender el estudio de esta investigación se realizará una función que es de agregar poliestireno expandido en el adobe. Se evaluará a través del efecto que producirá un adobe reforzado con nuevas propiedades mecánicas y físicas para el sitio donde será utilizado.

Variable dependiente: Para determinar la resistencia del adobe, se realizará el estudio de análisis de resistencia, donde se determinarán la densidad de muro, estabilidad de muro y calidad de la construcción, lo que se emplearán fichas técnicas de recolección de datos con los instrumentos a utilizar.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Tamayo y Tamayo (2003) explican y determinan que la población: “Es la presencia de aspectos geográficas en la integridad de extensión de un determinado estudio, en el cual las particularidades dan espacio y oportunidades para ser estudiadas y de esa manera tener resultados afirmando que delimitan una investigación” (p.16). en esta investigación toma como población los adobes que van a ser utilizados en esta investigación. Aplicación de poliestireno expandido para mejorar la resistencia mecanice del adobe en el sitio arqueológico de Pachacamac lima-2020.

Ubicación política:

Región : Lima
Provincia : Lima
Distrito : Lurín.

Ilustración 6. Mapa del Peru



Ubicación a nivel nacional

<https://es.wikipedia.org/wiki/Lima>

Ilustración 7. Lurin



Ubicación a Nivel Distrital de Lurín

Muestra: El este proceso de muestra se utilizó, una manera probabilístico tipo intencional la cual utilizamos adobes tradicionales de del sitio arqueológico.

Respecto a la muestra Hernandez (2014) señaló: “Es una cantidad pequeña de toda la extensión o dimensión de una población a elegir, elección solamente depende de las características de la investigación” (p,175). En razón a ello el presente estudio sigue las indicaciones y criterios del mencionado autor.

Ilustración 8 Palacio de Acllahuasi



3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Como Sánchez y Reyes (2015) explicaron en detalle: "Las técnicas son las reglas y procedimientos interdependientes que guían al investigador para definir la relación que puede existir entre el objetivo y el sujeto del estudio [...]" (p. 56). Con esto en mente, trabajamos con la siguiente técnica: Observación directa, que esencialmente consistía en examinar y describir cuidadosamente las fases del proceso de construcción. Esta técnica permite recopilar información muy relevante porque se basa en información directa y real. Estos procesos reales se comparan con los procesos estandarizados de la misma manera que las herramientas de recopilación de datos en las que se utilizaron las pruebas de material intermedio.

Instrumento: Ruiz (2018) explicó: "El instrumento de medición apropiado es el que registra la información observada y se manifiesta en conceptos claros, que el investigador debe saber" (p.67). En este sentido, los instrumentos de esta investigación cumplen con las regulaciones aplicables y por lo tanto juegan un papel central, ya que su aplicación o uso está destinado a determinar los resultados obtenidos, que consisten en pruebas y observaciones en el laboratorio, instrucciones, evaluación y registros fotográficos.

El instrumento de medición a usar en este trabajo de investigación se determina por cada ensayo de laboratorio a realizar:

- Análisis Granulométrico: NTP 400.012 (2001, p.3)
 - Ensayo de contenido de humedad: ASTM D-2216-98. p.3.
 - Ensayo de los límites de Atterberg ASTM N° D4318-95, p.3
 - Clasificación de suelo: Tablas SUCS y AASHTO para determinar el tipo de suelo.
-
- Ensayo a compresión: NTP 399.604 (2002, p. 4)
 - Ensayo a succión: NTP ITINTEC 331.017(gr/200cm²-min)

Validez: Según Valderrama (2015, p. 205), Para la validación de los instrumentos de este proyecto de investigación, los expertos determinan si su aplicación es factible, y esto se lleva a cabo en un proceso de evaluación en términos de efectividad, relevancia y claridad. Por esta razón, se han utilizado instrumentos para el proceso de investigación que han sido validados en investigaciones anteriores por la Universidad de César Vallejo.

Confiabilidad: Según Hernández (2014, p. 200), Con respecto a la confiabilidad de un dispositivo de medición de datos, se puede decir que, esto ocurre con el uso repetido de un instrumento en el mismo objeto de investigación u objeto de investigación para el

cual se deben obtener resultados idénticos o similares dentro de un rango razonable, es decir, no se percibirán distorsiones debidas a defectos en el propio instrumento.

3.5. Procedimientos:

ETAPA I: Obtención de la muestra de suelo

ETAPA II: Análisis de suelo

- Análisis granulométrico
- Clasificación SUCS Y AASHTO

ETAPA III: Realización del adobe

ETAPA IV: Análisis de las propiedades del adobe

- Ensayo resistencia a la compresión
- Ensayo a la succión.

ETAPA V: Evaluar la propiedad mecánica del adobe con el poliestireno expandido para mejor su resistencia mecánica.

3.6. Métodos de análisis

Los conceptos y herramientas de estadística descriptiva se utilizan para el proceso de análisis de datos con el fin de comprender e informar sobre los fenómenos examinados.

Los resultados de los instrumentos utilizados en detalle. Del mismo modo, los conceptos y herramientas de las estadísticas de inferencia se utilizan para comparar la hipótesis del estudio y sacar conclusiones objetivamente y hacer recomendaciones para que los hogares familiares seleccionados conozcan el grado de su vulnerabilidad.

3.7 Aspectos éticos

Este proyecto de investigación se enfoca en la difundir la información que está realmente disponible, sin presentar información que no resulte de la evaluación de los procesos constructivos con los que las pautas éticas descritas por la Universidad de Cesar Vallejo, como el respeto a la ley de autor de la bibliografía, se respetan tomados con referencia a los autores.

Asimismo, la redacción de este trabajo de investigación se estructura de acuerdo con las normas y estándares internacionales que rigen este proceso, como B. ISO 690 y 690-2, que han sido adaptados por la Universidad de César Vallejo para los procesos de investigación en la escuela profesional de ingeniería.

IV. RESULTADOS

El resultado obtenido en la presente tesis es por método observacional, método a utilizar en la presente tesis por el motivo que el país cruza por un momento de emergencia sanitaria por la cual la universidad Cesar Vallejo tomo tal decisión para poder salvaguardar la integridad de los alumnos y docentes de la casa de. Las tesis a mencionar son los instrumentos de validación el cual encontrare los objetivos del uso de la aplicación del poliestireno expandido para mejorar la resistencia mecánica del adobe del sitio arqueológico de Pachacamac-lima-2020.

Tabla 1. Tesis a investigar.

TESIS	AUTORES
"Diseño de un adobe con poliestireno expandido reciclado para una vivienda climatizada en la zona rural de Piruruyoc, Huaraz - Ancash, 2019"	Anabel Regina Inga Castro.
"Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz, Ancash - 2018."	Carlos Efraín, Paucar Sevillano.

Fuente: Elaboración propia, 2020

En esta primera etapa del análisis de tesis observacional veremos las muestras de mecánica de suelo de las tesis a analizar.

T1: Tesis titulado "Diseño de un adobe con poliestireno expandido reciclado para una vivienda climatizada en la zona rural de Piruruyoc, Huaraz - Ancash, 2019" autor ING Anabel Inga se observa lo siguiente.

-Contenido de humedad T1

Tabla 2. Contenido de humedad T1

W (%) Prom	3.23%
------------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2020

-Análisis Granulométrico T1

Tabla 3. Porcentaje que pasa la malla n°200 T1

%Finos(<0.074mm)	54.83%
------------------	--------

Fuente: Elaboración propia, 2020

-Límites de Atterberg T1

Tabla 4. Límites de atterberg T1

Limite líquido	33.02
Limite plástico	25.31
Índice de plasticidad	7.71

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la clasificación SUCS nos indica que la Arcilla Ligera Arenosa.

Con los porcentajes analizados es estudio granulométrico nos dice que le terreno es apto para la fabricación de adobes.

T2: Tesis titulado “Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz, Ancash - 2018.” autor ING Anabel Inga se observa lo siguiente.

-Contenido de humedad T2.

Tabla 5. Contenido de humedad T2

W (%) Prom	1.40%
------------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2020

-Análisis Granulométrico T2

Tabla 6. Porcentaje que pasa la malla n°200 T2

%Finos(<0.074mm)	76.37%
------------------	--------

Fuente. Elaboración propia, 2020

-Límites de Atterberg T2

Tabla 7. Límites de Atterberg T2

Límite líquido	24
Límite plástico	19
Índice de plasticidad	5

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la clasificación SUCS nos indica que la Arcilla limosa arena.

Con los porcentajes analizados es estudio granulométrico nos dice que le terreno es apto para la fabricación de adobes.

T3. En la presente tesis de Aplicación de poliestireno expandido para mejorar la resistencia mecánica del adobe sitio arqueológico de Pachacamac. Contamos con un análisis de estudio de mecánica de suelo.

Tabla 8. Contenido de humedad T3

W (%) Prom	6.12%
------------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2020

-Análisis Granulométrico T3

Tabla 9. Porcentaje que pasa la malla n°200 T3

%Finos(<0.074mm)	32.6%
------------------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2020

-Límites de Atterberg T3

Tabla 10. Límites de Atterberg T3

Límite líquido	26.19
Límite plástico	20.59
Índice de plasticidad	5.60

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la clasificación SUCS (SC-SM) nos indica que la muestra en ser analizada es arena arcillosa, arena limosa. En la clasificación ASSHTO (A-2-4 (0)). Con los porcentajes analizados es estudio granulométrico nos dice que le terreno es apto para la fabricación de adobes.

Adición de poliestireno reciclado.

TI: En la tesis de la ing. Inga titulado “Diseño de un adobe con poliestireno expandido reciclado para una vivienda climatizada en la zona rural de Piruruyoc, Huaraz - Ancash, 2019” utiliza poliestireno expandido reciclado. en los siguientes porcentajes:

Tabla 11. Porcentaje de poliestireno rayado T1

POLIESTIRENO EXPANDIDO (%)	POLIESTIRENO RAYADO (Kg)	POLIESTIRENO RAYADO (gr.)
0.5%	0.189	189
1%	0.377	377
1.5%	0.566	566

Fuente: Elaboración propia, 2020

Adición de poliestireno en esferas.

T2: En la tesis de la ing. Inga titulado “Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz, Ancash - 2018.” utiliza poliestireno expandido forma de esferas en los siguientes porcentajes:

Adición de poliestireno expandido en esferas utilizando su volumen que es cm³ respecto a la dimensión del adobe.

Volumen Total de Adobe: 12.5 cm x 25 cm x 10cm = 3125 cm³

Volumen de esfera: $\frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} (3.1416) (1)^3 = 4.18 \text{ cm}^3$

Regla de Tres simples:

3125 ----- 100% 31.25/ 4.18 = 7.48 = 8 unidades

X ----- 1%

X = 33.44cm³

3125 ----- 100% 62.50/ 4.18 = 14.95 = 15 unidades
 X ----- 2%
 X = 62.7cm³

3125 ----- 100% 93.75/ 4.18 = 22.43 = 23 unidades
 X ----- 3%
 X = 96.14cm³

Porcentaje, unidades y cm³.

Tabla 12. Porcentaje de EPS esferas. T2

Poliestireno Expandido	Unidades	CM3
1%	8	33.44
2%	15	62.7
3%	23	96.14

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la adición del poliestireno expandido utilizaremos la extrapolación de la fórmula de los resultados de la tesis del Ing Paucar, para ver las cantidades a utilizar.

Volumen Total de Adobe: 12.5 cm x 25 cm x 10cm = 3125 cm³

Volumen de esfera: $\frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} (3.1416) (1)^3 = 4.18 \text{ cm}^3$

Tabla 13. Porcentaje de EPS esferas T3

Poliestireno Expandido	Unidades	CM3
3.5%	26	109.37
4%	30	125.0
4.5%	34	140.62

Fuente: Elaboración propia, 2020

Ensayos de compresión

Ensayos de compresión eps rayado T1: “Diseño de un adobe con poliestireno expandido reciclado para una vivienda climatizada en la zona rural de Piruruyoc, Huaraz - Ancash, 2019” En las pruebas de sus ensayos de compresión sus resultados son menores a lo establecido por la norma E-80, que especifica que la muestra de adobe tiene que llegar por lo mínimo a 12 kg/cm².

Resultados:

Tabla 14. Ensayo de resistencia compresión EPS rayado T1

Adobe patrón	15.6 kg/cm ²
Adobe con 0.5% Poliestireno expandido reciclado.	11.3 kg/cm ²
Adobe con 1% Poliestireno expandido reciclado.	9.7 kg/cm ²
Adobe con 1.5% Poliestireno expandido reciclado.	7 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2020

Ensayo de compresión eps esferas T2: En la tesis de la ing. Paucar titulado “Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz, Ancash - 2018.” utiliza poliestireno expandido en forma de esferas. En sus ensayos de compresión los resultados son las siguientes: (Norma E.080: F’c min: 12 kg/cm²)

Resultados:

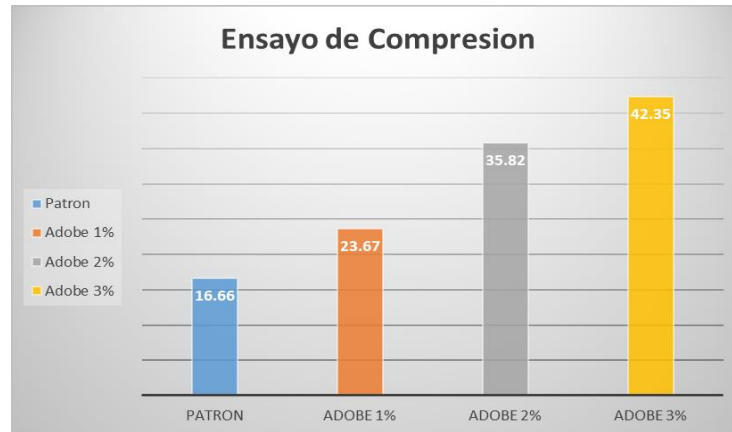
Tabla 15. Ensayo de resistencia compresión EPS esferas T2

Adobe patrón	16.6 kg/cm ²
Adobe con 1% Poliestireno expandido.	23.67 kg/cm ²
Adobe con 2% Poliestireno expandido.	35.82 kg/cm ²
Adobe con 3% Poliestireno expandido.	42.35kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2020

Ilustración 9 . Ensayo de resistencia compresión EPS

Cuadro estadístico



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Ensayo de compresión eps esferas T3: En la presente tesis de aplicación de poliestireno expandido para mejorar la resistencia mecánica del adobe, utilizamos la tesis del Ing. Paucar ya que sus resultados obtenidos supera la resistencia a la compresión según la norma E-80. Se utilizaron los siguientes porcentajes de poliestireno expandido del 3.5%, 4% y del 4.5% obteniendo así los siguientes resultados.

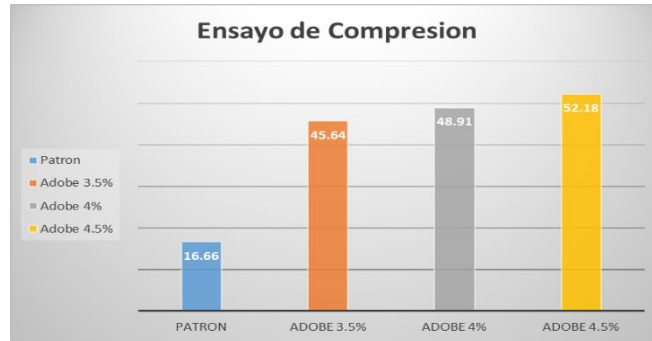
Tabla 16. Ensayo de resistencia compresión EPS esferas T3

Adobe patrón	16.16 kg/cm ²
Adobe con 3.5% Poliestireno expandido.	45.64 kg/cm ²
Adobe con 4% Poliestireno expandido.	48.91 kg/cm ²
Adobe con 4.5% Poliestireno expandido.	52.18 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2020

Ilustración 10. Ensayo de resistencia compresión EPS

Cuadro estadístico T3



Fuente: Elaboración propia, 2020

Ensayos de succión

En los ensayos de succión en los bloques de adobe en la tesis del Ing. Paucar. Tenemos los siguientes resultados. Según NTP ITINTEC 331.017(gr/200cm²-min)

Fórmula utilizada:

$$Succion = \frac{(P_{su} - P_{se}) \times 200}{A}$$

Sus porcentajes son los siguientes:

Tabla 17. Ensayo de succión EPS esferas. T2

%	P. SECO	P.SAT	AREA CM2	RESULTADO (gr/200cm ² -min)
Patron	5440.9	5474.6	313	21.53
ADOBE 1%	4992.5	5024.2	313	20.25
ADOBE 2%	5102.7	5124.2	313	13.73
ADOBE 3%	5459.3	5473.56	313	9.07

Fuente: Elaboración propia, 2020

Se utilizaron la siguiente extrapolación en los ensayos de succión para obtener un adobe con adición de poliestireno expandido del 3.5%, 4% y del 4.5%.

Tabla 18. Ensayo de succión EPS esferasT3

%	P. SECO	P.SAT	AREA CM2	RESULTADO (gr/200cm2-min)
Patron	5466.3	5495.6	313	18.72
ADOBE 3.5%	5099.7	5111.2	313	7.34
ADOBE 4%	4993.1	4999.9	313	4.34
ADOBE 4.5%	4996.1	4999.3	313	2.04

Fuente:

Elaboración propia, 2020

V. DISCUSIÓN

Hipótesis 1- Se observa que en la tesis del Ing. Inga en su tesis titulada “Diseño de un adobe con poliestireno expandido reciclado para una vivienda climatizada en la zona rural de Piruruyoc, Huaraz - Ancash, 2019” utiliza material de una cantera del poblado de Canchacuta, Huaraz- Ancash, obteniendo un material que contiene 56.7% de fino o arcilloso material fundamental para el adobe. En la tesis de la ing Inga se observa que la cantidad de materiales por unidad del ladrillo artesanal donde está formado por 37.75 Kg de Arcilla, 0.25 kg de paja y 2.5 Lts de agua, después se adiciona los porcentajes de poliestireno expandido reciclado 0.5%, 1% y 1.5% relación al peso del adobe sin ninguna observación. cumpliendo así todo conforme la norma técnica peruana E.080.

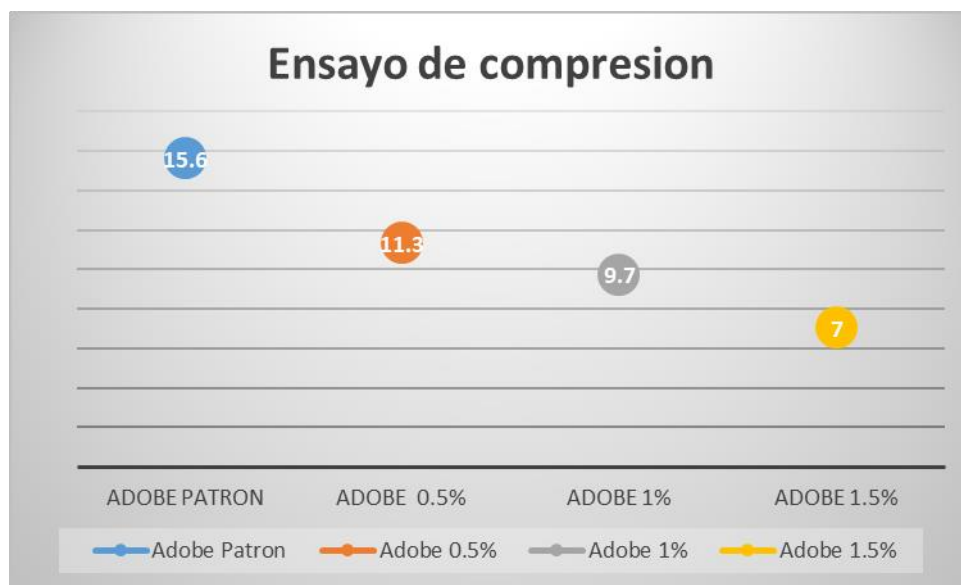
El Ing. Paucar por su parte en su tesis titulada “Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz, Ancash - 2018.” Utiliza material de una cantera de la zona del proyecto con alto grado de arcilla 76.37% se observar que la dosificación en Kilogramos de cada material a usarse para la elaboración de 1 solo adobe, siendo la cantidad 3 Kg de

arena, 1Kg de Arcilla, 1kg de Limo, ½ de grama y 2 Lts de agua. después se adiciona los porcentajes de poliestireno expandido esferas 1%, 2% y 3% relación al volumen del adobe sin ninguna observación. cumpliendo así todo conforme la norma técnica peruana E.080.

Hipótesis 2- En los siguientes resultados de la tesis “Diseño de un adobe con poliestireno expandido reciclado para una vivienda climatizada en la zona rural de Piruruyoc, Huaraz - Ancash, 2019” ensayos de compresión (Adobe Patrón), que presenta un resultado de 15.6 Kg/cm², cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma técnica peruana E 0.80 que da un valor mínimo de 12 Kg/cm². Pero en los ensayos de resistencia a la compresión adobe con 0.5% de poliestireno expandido reciclado presenta un resultado de 11.3 Kg/cm², En los siguientes ensayos de resistencia a la compresión Adobe con 1% de poliestireno expandido reciclado, presenta un resultado de 9.7 Kg/cm², y en su último ensayo su adobe con 1.5% de poliestireno expandido reciclado, obtiene un resultado de 7 Kg/cm², no cumple con los parámetros establecidos en la norma técnica peruana E 0.80.

Ilustración 11. Ensayo de resistencia compresión EPS (Rayado)

Cuadro estadístico



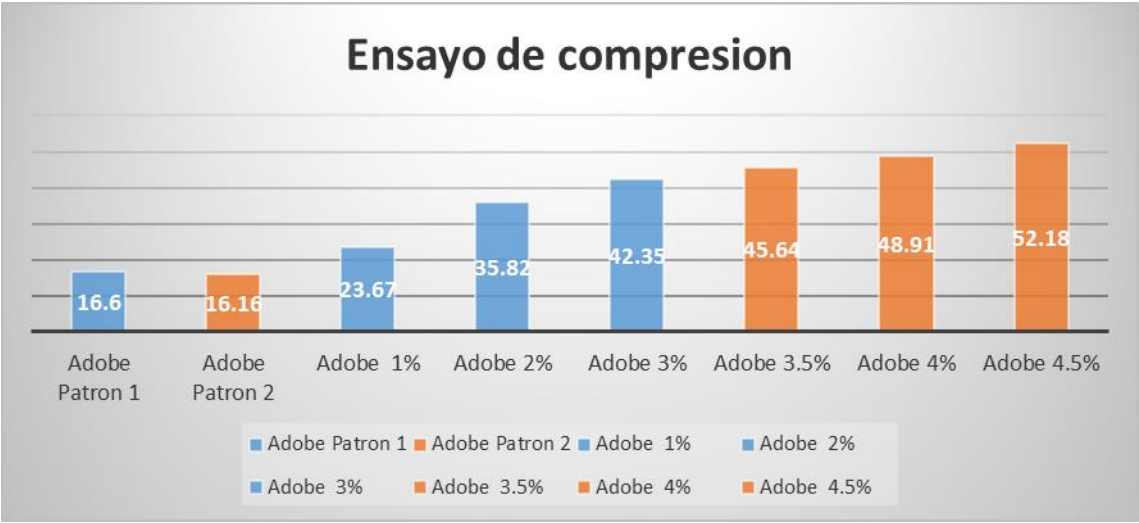
Fuente: Elaboración propia, 2020

En los ensayos de resistencia a la compresión del Ing. Paucar en su tesis titulada “Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz, Ancash - 2018.” En su tesis utiliza esferas poliestireno expandido para su proyecto de investigación teniendo como resultados que el adobe patrón tiene una resistencia de 16.66 Kg/cm² a la vez el adobe con adición de poliestireno expandido con el 1% alcanza una resistencia a la compresión de 23.67 kg/cm², y el adobe con adición de 2% de poliestireno expandido llega a la compresión de 35.82 kg/cm² y el adobe con adición del 3% que presenta una mayor resistencia a la compresión de 42.35 Kg/cm²

En el siguiente ensayo de compresión utilizando el método de extrapolación la utilizamos los porcentajes de un adobe patrón hecho en la zona de Pachacamac donde se hace el estudio con una resistencia de 16.16 kg/cm² y adicionando poliestireno expandido con el 3.5 % obtenemos una resistencia de 45.64 kg/cm², a la vez en otra muestra de adobe con 4% de poliestireno expandido tenemos como resultados 48.91% y en la última muestra de adobe con adición de 4.5% de poliestireno expandido llegamos con un máximo de 52.18% de kg/cm².

Ilustración 12. Ensayo de resistencia compresión EPS (esferas)

Cuadro estadístico



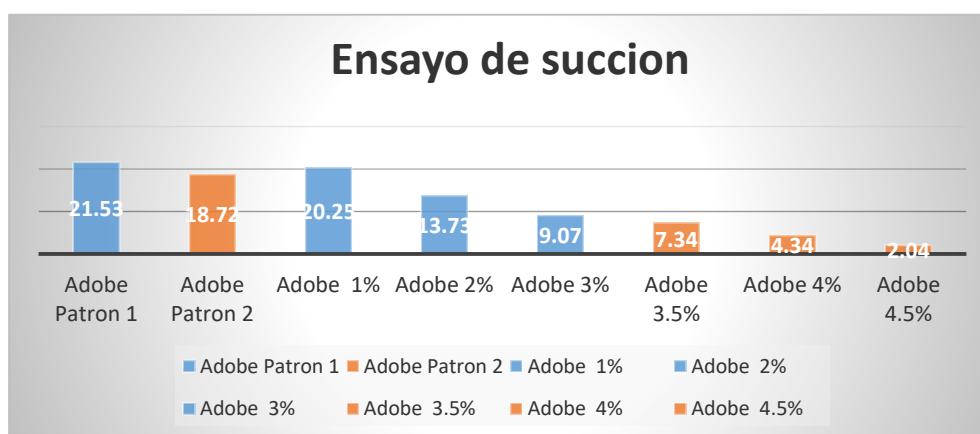
Fuente: Elaboración propia, 2020

Hipótesis 3 - En los ensayos de succión la tesis del Ing. Paucar con su adobe patrón tiene una succión de 21.53 gr/200cm²-min. En los ensayos siguientes con adobe y adición de poliestireno expandido tiene los siguientes resultados adobe con 1% de poliestireno expandido una succión de 20.25 gr/200cm²-min, el adobe con 2% de poliestireno expandido tiene una succión de 13.73 gr/200cm²-min, y su último ensayo de succión que es en un adobe con 3% de poliestireno expandido, la cual presenta una absorción de 9.07 gr/200cm²-min. Norma E. 070 ALBAÑILERÍA, en el Capítulo 4 recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre **10 a 20 gr/200cm² -min.**

En los resultados de extrapolación de la siguiente tesis actual los ensayos de succión con su adobe patrón tiene una succión de 18.72 gr/200cm²-min. En los ensayos siguientes con adobe y adición de poliestireno expandido tiene los siguientes resultados adobe con 3.5% de poliestireno expandido una succión de 7.34 gr/200cm²-min, el adobe con 4% de poliestireno expandido tiene una succión de 4.34 gr/200cm²-min, y su último ensayo de succión que es en un adobe con 4.5% de poliestireno expandido, la cual presenta una absorción de 2.04 gr/200cm²-min. Norma E. 070 ALBAÑILERÍA, en el Capítulo 4 recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200cm² -min.

Ilustración 13. Ensayo de succión EPS (esferas)

Cuadro estadístico



Fuente: Elaboración propia, 2020

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que el adobe con adición de poliestireno expandido reciclado (rayado) según la tesis de la Ing. Inga no tiene buen comportamiento de resistencia mecánica y el poliestireno expandido en esferas según la tesis del Ing. Paucar mejora la resistencia mecánica del adobe, puede resistir circunstancias adversas causadas por los fenómenos naturales.
2. Se concluye que el adobe con adición de poliestireno expandido no afecta la dosificación de los adobes ya que en las tesis observadas ninguno presenta alguna referencia al tema.
3. Se concluye que en la tesis de la Ing. Inga sus pruebas con adición de poliestireno expandido reciclado al 0.5%, 1% y al 1.5% tiene muy bajo rendimiento en ensayos de compresión que es desde 11.3 kg/cm² hasta 7kg/cm² y no lo que dice la norma E-80 que mínimo es de 12kg/cm². Pero ala vez en la tesis del Ing. Paucar que utiliza adición de poliestireno expandido en forma de esferas con porcentajes de 1%, 2% y 3% tiene un rendimiento mayor a lo que dice la norma E-80 y llega a tener desde 23.67kg/cm² hasta 42.35kg/cm².
4. Se concluye que el poliestireno expandido en esferas mejorar la impermeabilidad de los adobes. Según NTP ITINTEC 331.017(gr/200cm²-min).

Que llega a:

Tabla 19. Resultados ensayo de succión EPS esferas

Tesista Paucar		Tesista Abad	
%	(gr/200cm²-min)	%	(gr/200cm²-min)
ADOBE PATRON	21.53	ADOBE PATRON	18.72
ADOBE 1%	20.25	ADOBE 3.5%	7.34
ADOBE 2%	13.73	ADOBE 4%	4.34
ADOBE 3%	9.07	ADOBE 4.5%	2.04

Fuente: Elaboración propia, 2020

VII. RECOMENDACIONES

1-Se recomienda la fabricación de los ladrillos de adobes teniendo en cuenta las condiciones naturales que se exponen en el sitio arqueológico de Pachacamac ya que en un estudio del equipo de Pachacamac en el año 2012 determinaron que el adobe tiene menos resistencia mecánica llegando a 1.7 kg/cm² hasta 7kg/cm².

2-Se recomienda el uso de esferas de poliestireno expandido ya que demuestra un alto grado de resistencia a la compresión.

3-Se recomienda el uso de esferas de poliestireno expandido en el adobe ya que es un material que no es invasivo, es inerte que no genera ninguna alteración y a cambio no contamina si es manejado adecuadamente por personal responsable.

4-Se recomienda utilizar poliestireno expandido en el adobe porque genera buena impermeabilidad de succión en el producto terminado.

REFERENCIAS

- 1-AGUILAR, R., & Blondet, M. (2007). Seismic protection of earthen buildings. Bangalore: ISES.
- 2-ALDAY (2014), “Efecto de los estabilizadores en las propiedades físicas del adobe”
Alva (2019), “Viabilidad del uso de poliestireno reciclado como impermeabilizante en adobes de construcción”
- 3-ARRIOLA Lara, Enma y Velásquez Martell, Fidel. EVALUACION TECNICA DE ALTERNATIVAS DE RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) – 2013. Tesis. Universidad de El Salvador, San Salvador.
- 4-ARROYO, R., Catalan, P, & Sanchez, S. (2013). Caracterización experimental de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe del sur de México. Mexico: U. Autonoma de Yucatan.
- 5-Asociación Nacional de Poliestireno Expandido “Libro Blanco eps” 2018
Available: [http://kosmos.upb.edu.co/web/uploads/articulos/\(A\)_Ingeniar_2013_Tratami](http://kosmos.upb.edu.co/web/uploads/articulos/(A)_Ingeniar_2013_Tratami).
- 6-AZQUETA Pablo. Manual práctico del aislamiento térmico en la construcción EPS- Poliestireno expandido. Buenos Aires: Editor, 2014
- 7-BLONDET, M., Vargas-Neumann, J., Tarque, N., Soto, J., Sosa, C., & Sarmiento, (2016). Seismic protection of earthen vernacular and historical constructions. 10th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions. Lovaina: SAHC.
- 8-CHARMPIS, D., Illampas, R., & Ioannou, I. (2016). Adobe masonry under monotonic and loading–unloading compression. Cyprus: Crossmark.
- 9-CHICAIZA, Verónica (2017). “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y

bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso”. Universidad Técnica de Ambato.

10-COLONNA Preti, Kusi (2001). Ms. La conservazione e il restaro dell'architettura in terra cruda: il caso di Pachamac (costa central del Perú). Informe entregado al Museo de Sitio Pachacamac. Cód. Inf. 50 -2001. Lima.

11-D. LOPEZ, P. Rhenals, M. Tangarife, K. Vega, L. Rendón, Y. Vélez y M. Ramírez, “Tratamiento de residuos de Poliestireno expandido utilizando solventes,”2013.

12-DE SENSI, B. (2003). La difusión de la arquitectura de la tierra. Earth Architecture.

13-DIOSDADO José, Plasencia, Héctor y Torres Miguel (2016). Modelo numérico experimental de la absorción de energía del EPS: Fundamentos, pruebas experimentales y modelado de la espuma de poliestireno expandido, editorial academia española.

Disponible en: http://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376

14-FERNANDEZ, M., (2008). El adobe en el mundo. Seminario de construcción y recuperación de edificios en adobe. Almodóvar.

15-FIGUEIREDO, A., Varum, H., Costa, A., Silveira, D., & Oliveira, C. (2012). Seismic retrofitting solution of an adobe masonry wall. Portugal: RILEM.

16-HASHEMI, S., Bakhshi, A., Ghannad, M., Yekrangnia, M., & Soumi, F. (2015). Predictive TriLinear Benchmark Curve for In-Plane Behavior of Adobe Walls. Teheran: Taylor & Francis.

17-ILLAMPAS, R., Charmpis, D., & Ioannou, I. (2014). Finite element simulation of the structural response of adobe masonry buildings subjected to lateral loading. Cyprus: CrossMark.

18-Inga, A (2019), “Diseño de un adobe con poliestireno expandido reciclado para una vivienda climatizada en la zona rural de Piruruyoc, Huaraz - Ancash, 2019”.

ISBN: 9789873607356

- 19-JAQUIN, P., Augarde, C., & Gerrarde, C. (2008). Chronological description of the spatial development of rammed earth techniques. Londres: Int. Architect. Herit.
- 20-MAZZOLANI F. (2015). Protection of historical buildings according to proHITECH. Italia: Springer.
- 21-Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. Norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada.
- 22-MORALES, Ricardo (2008) Planificación, gestión y manejo sostenible de un recurso cultural prehispánico de tierra: huacas de Moche, Perú. En: Actas del VI Congreso internacional, restaurar la memoria. La gestión del patrimonio hacia un planteamiento sostenible. Actas. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- 23-MORALES, Ricardo (2011) Factores meteorológicos, geofísico y químicos que influyen en el proceso de erosión de las superficies arquitectónicas de tierra: caso huaca de la Luna, valle de Moche, Trujillo, Perú. En: Perspectivas Latinoamericanas [Universidad Nanzan, Nagoya].
- 24-NAIZA (2017), En su tesis “Aplicación del Poliestireno Expandido en la Fabricación de Unidades de Concreto Liviano para Muros de Tabiquería en la Ciudad de Arequipa”.
- ONDER G. (2006). Comparison of elastic and inelastic behavior of historic masonry structures at the low load levels. Estambul.
- 25-OREFICE, Elisa (2012). Edificio en Terra Cruda: estudio estructural y energético de un proyecto Piloto Inti Wasi en Livitaca, Perú. Tesis, Universidad de Pisa, Italia.
- 26-PACHECO (2018), “Propiedades Físicas –Mecánicas del Concreto Celular con Poliestireno Expandido y su Aplicación en la Industria de la Construcción”.
- 29-Paucar, C (2018), “Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz, Ancash - 2018.”
- 30-POZZIT-ESCOT, D (2014). Pachacamac Conservación en Arquitectura de tierra.

31-POZZIT-ESCOT, D y Torres (2012). Ms. Informe Final Temporada 2012. Labores de Conservación de Emergencia en el Santuario de Pachacamac. Informe presentado al Ministerio de Cultura. Lima.

32-POZZIT-ESCOT, D, Denise y Katiuska Bernuy (2011). Ms. Proyecto de Investigación Arqueológica calle Norte-Sur y Segunda Muralla del Santuario de Pachacamac. Informe Final. Temporada III - Año 2011-2012. Informe presentado al Ministerio de Cultura. Lima.

33-POZZIT-ESCOT, Pacheco y Uceda (2012) Pachacamac: Templo Pintado, conservación e investigación. Lima: Ministerio de Cultura.

34-Quiun, D., San Bartolomé, A., & Zegarra, L. (1996). Reconditioning of existing adobe houses to mitigate seismic effects. Acapulco: Elsevier Science.

35-RPP. (2 de 06 de 2014). INEI: Casi la mitad de casas en Perú son de barro, piedra y madera. RPP, pág. 50.

36-SAN BARTOLOME, A., & Quiun, D. (2010). El terremoto de 2007 en Perú y las normas de albañilería y adobe. XXXIV Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural. San Juan: ASAAE.

37-SOARES A. Soluciones sostenibles-construcciones naturales, 2da edición, Pirenópolis, 2008.ISBN: 978-85-60707-02-7

38-SOSA, C., & Soto, J. (2014). Reparación de muros de construcciones históricas de tierra mediante el sellado de fisuras y refuerzos estructurales adicionales. Lima: PUCP.

39-VANDNA S, Hemant KV, Bhanu MM. Enhancing sustainability of rural adobe houses of hills by addition of vernacular fiber reinforcement. Int. J. Sustainable Built Environ. (2015), 4, 348-358

40-VERMIGLIO (2017), según la tesis “La igualdad de la resistencia de compresión uniaxial en ladrillos de Adobe Tradicional, Adobe Compactado y Súper adobe, - Cajamarca 2017”

41-ZEGARRA, L., San Bartolomé, A., & Quiun, D. (1998). Manual técnico para el reforzamiento de las viviendas de adobe existentes en la costa y la sierra. Lima: EPICenter.

ANEXOS



Objetivo General: De qué manera se Aplicación del polietileno para mejorar la resistencia mecánica del adobe en el museo de Sitio Arqueológico de Pachacamac -Lima 2020					
<i>Variables</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Instrumento</i>
POLIESTIRENO EXPANDIDO	EPS sigue siendo uno de los materiales aislantes más baratos y, debido a su especial estructura, uno de los mejor adaptados a los diferentes sistemas de construcción. Esta estructura de celdas con aire estacionario, que es el mejor aislante térmico, hace que el EPS sea especialmente adecuado como material de aislamiento EPS ANAPE (2018)	Para comprender el estudio de esta investigación se realizará una función que es de agregar poliestireno expandido en el adobe. Se evaluará a través del efecto que producirá un adobe reforzado con nuevas propiedades mecánicas y físicas para el sitio donde será utilizado.	Propiedades físicas	Aislamiento térmico. Conductividad térmica. Humedad de material. Durabilidad. Calor Especifico. Adsorción al agua. Exposición a la radiación solar <u>u.v.</u>	FICHAS TECNICAS PRUEBAS DE LABORATORIO DE RESISTENCIA DENSIDAD, TERMICAS ETC DATOS DE LABORATORIO.
			Propiedades mecánicas.	Resistencia la compresión Resistencia a la tracción. Resistencia a la Fricción.	FICHAS TECNICAS PRUEBAS DE LABORATORIO DE RESISTENCIA DENSIDAD, TERMICAS ETC DATOS DE LABORATORIO.
			Propiedades en el medio ambiente	Reciclaje y manipulación adecuada.	Fichas técnicas

Resistencia mecánica del Adobe	El adobe "consiste en una masa de barro, mezclada constantemente con paja, moldeada con forma rectangular o cuadrada, de tamaño variante y secada al aire para obtener muros de fábrica), Para <u>Basterra</u> y <u>Jové</u> (2001, p.1)	Para determinar la resistencia del adobe, se realizará el estudio de análisis de resistencia, donde se determinarán la densidad de muro, estabilidad de muro y calidad de la construcción, lo que se emplearán fichas técnicas de recolección de datos.	Dosificación	Arena Arcilla Agua Poliestireno	Ensayos de Laboratorios, Pruebas experimentales Peso en balanzas, ensayo CBR.
			Mecánica de Resistencia	Resistencia a la compresión Resistencia a la adsorción del agua Densidad	Análisis Granulométrico por Tamizado Límite Líquido Límite Plástico Contenido de Humedad Corte Directo Guía de observación Ensayo a la compresión del concreto
			Propiedades Físicas	Alabeo Adsorción	Ensayos de Laboratorios, Pruebas experimentales Peso en balanzas.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

VARIABLES	PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	METODOLOGIA	POBLACIÓN Y MUESTRA	TECNICAS E INSTRUMENTOS
POLIESTIRENO EXPANDIDO RESISTENCIA DEL ADOBE	Problema general ¿Cómo influyo la aplicación de poliestireno expandido para mejorar la resistencia mecánica del adobe en el sitio arqueológico de Pachacamac -Lima -2020?	Hipótesis general La aplicación de poliestireno expandido mejorara la resistencia mecánica del adobe en el sitio arqueológico de Pachacamac -Lima -2020.	Objetivo general Determinar cómo influyo la aplicación de poliestireno expandido para mejorar la resistencia mecánica del adobe en el sitio arqueológico de Pachacamac. Lima -2020.	Tipo de investigación observacional Nivel: Explicativa	Población. Está compuesto por los 500 adobes patrón que se fabrican dentro de la zona arqueológica de Pachacamac, objeto del proyecto de investigación	•Análisis Granulométrico: NTP 400.012 (2001, p.3) •Ensayo de contenido de humedad: ASTM D-2216-98, p.3. •Ensayo de los límites de Atterberg ASTM N° D4318-95, p.3 •Clasificación de suelo: Tablas SUCS y AASHTO para determinar el tipo de suelo. •Ensayo a compresión: NTP 399.604 (2002, p. 4) • Ensayo a flexión: ASTM C31
	Problemas específicos PE1 ¿De qué manera la aplicación del poliestireno expandido mejorara la dosificación del adobe en el sitio arqueológica de Pachacamac Lima-2020?	Hipótesis específicas HE 1: La aplicación poliestireno expandido mejorara la dosificación del adobe en el sitio arqueológico de Pachacamac Lima -2020.	Objetivos específicos OE1: Determinar como la aplicación del poliestireno expandido en el adobe mejorara la dosificación en el sitio arqueológico de Pachacamac. Lima -2020.		Muestra. Se toma como muestra solo 40 adobes de toda la producción para tener un margen de 10% de todo el lote, objeto del proyecto de investigación.	
	PE 2 ¿De qué manera la aplicación del poliestireno expandido mejorara la resistencia del adobe en el sitio arqueológica de Pachacamac Lima- 2020?	HE 2: La aplicación de poliestireno expandido mejorara la resistencia a la compresión del adobe en el sitio arqueológico Pachacamac-lima -2020.	OE2: Determinar como la aplicación del poliestireno expandido mejorara la resistencia del adobe en el sitio arqueológico de Pachacamac. Lima -2020.			
PE 3 ¿De qué manera la aplicación del poliestireno expandido mejorara la impermeabilidad del adobe en el sitio arqueológica de Pachacamac Lima-2020?	HE 3: La aplicación de poliestireno expandido mejorara la impermeabilidad de los adobes en el sitio arqueológico de Pachacamac Lima-2020.	OE3: Determinar como la aplicación del poliestireno expandido mejorara la impermeabilidad en el adobe en el sitio arqueológico de Pachacamac. Lima -2020				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE COMPRESIÓN

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA)

- TESIS** : "DISEÑO DE UN ADOBE CON ADICION DE POLIESTIRENO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS CLIMATIZADAS EN LA ZONA RURAL DEL DISTRITO DE CARAZ, ANCASH-2018"
- TESISTA** : PAUCAR SEVILLANO CARLOS EFRAIN
- ASUNTO** : ENSAYO DE COMPRESION
- LUGAR** : DISTRITO DE CARAZ – PROV. DE HUAYLAS – ANCASH
- UNIDAD** : TESTIGO PRISMATICO.

ENSAYO DE COMPRESION EN LADRILLOS				
LADRILLO PATRON				
TABLA Nº 1 - CARACTERISTICAS GEOMETRICAS				
IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (cm.)			AREA NETA (cm ²)
	L	H	A	
1	25.08	10.02	12.50	313.50
2	25.05	10.03	12.30	308.12
3	25.05	10.01	12.57	314.83
PROMEDIO	25.06	10.02	12.46	312.15
TABLA Nº 2 - COMPRESION DE UNIDADES				
IDENTIFICACION ESPECIMEN	P max. (Kg.)		f' b (kg/cm ²)	
1	5130.00		16.36	
2	5280.00		17.14	
3	5190.00		16.49	
PROMEDIO			16.66	

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Lenny Hamilton Vázquez Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO DE COMPRESIÓN

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERÍA)

TESIS : "DISEÑO DE UN ADOBE CON ADICION DE POLIESTIRENO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS CLIMATIZADAS EN LA ZONA RURAL DEL DISTRITO DE CARAZ, ANCASH-2018"
TESISTA : PAUCAR SEVILLANO CARLOS EFRAIN
ASUNTO : ENSAYO DE COMPRESION
LUGAR : DISTRITO DE CARAZ – PROV. DE HUAYLAS – ANCASH
UNIDAD : TESTIGO PRISMATICO.

ENSAYO DE COMPRESION EN LADRILLOS				
LADRILLO 2% POLIESTIRENO				
TABLA Nº 1 - CARACTERISTICAS GEOMETRICAS				
IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (cm.)			AREA NETA (cm ²)
	L	H	A	
1	25.08	10.02	12.50	313.50
2	25.05	10.03	12.30	308.12
3	25.05	10.01	12.57	314.83
PROMEDIO	25.06	10.02	12.46	312.15
TABLA Nº 2 - COMPRESION DE UNIDADES				
IDENTIFICACION ESPECIMEN	P max. (Kg.)	f'b (kg/cm ²)		
1	11240.00	35.85		
2	11340.00	36.80		
3	10960.00	34.81		
PROMEDIO		35.82		

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Reinaldo Rojas Silva
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE COMPRESIÓN

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERÍA)

TESIS : "DISEÑO DE UN ADOBE CON ADICION DE POLIESTIRENO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS CLIMATIZADAS EN LA ZONA RURAL DEL DISTRITO DE CARAZ, ANCASH-2018"

TESISTA : PAUCAR SEVILLANO CARLOS EFRAIN

ASUNTO : ENSAYO DE COMPRESION

LUGAR : DISTRITO DE CARAZ – PROV. DE HUAYLAS – ANCASH

UNIDAD : TESTIGO PRISMATICO.

ENSAYO DE COMPRESION EN LADRILLOS				
LADRILLO 3% POLIESTIRENO				
TABLA Nº 1 - CARACTERISTICAS GEOMETRICAS				
IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (cm.)			AREA NETA (cm ²)
	L	H	A	
1	25.08	10.02	12.50	313.50
2	25.05	10.03	12.30	308.12
3	25.05	10.01	12.57	314.83
PROMEDIO	25.06	10.02	12.46	312.35
TABLA Nº 2 - COMPRESION DE UNIDADES				
IDENTIFICACION ESPECIMEN	P max. (Kg.)		f' b (kg/cm ²)	
1	13540.00		43.19	
2	12960.00		42.06	
3	13160.00		41.80	
PROMEDIO			42.35	

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Sillos
Director de la Escuela de Ingeniería Civil



Lester Hamilton Villanueva Vasquez
TECNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.pc7u
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE SUCCIÓN
(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA, NTP 331.017)

TESIS : "DISEÑO DE UN ADOBE CON ADICION DE POLIESTIRENO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS CLIMATIZADAS EN LA ZONA RURAL DEL DISTRITO DE CARAZ, ANCASH-2018"

TESISTA : PAUCAR SEVILLANO CARLOS EFRAIN

ASUNTO : ENSAYO DE SUCCIÓN

LUGAR : DISTRITO DE CARAZ – PROV. DEL HUAYLAS – ANCASH

UNIDAD : TESTIGO PRISMATICO.

SUCCION EN LADRILLOS														
LADRILLO PATRON						LADRILLO 1% POLIESTIRENO EXPANDIDO								
MUESTRA	Psec	Psuc	A	L	Area Cm2	SUCCION	Gr	MUESTRA	Psec	Psuc	A	L	Area	SUCCION
1	5347.7	5418.3	125.1	250.0	313	45.146	1	4982.6	5019.7	125.0	250.2	313	23.725	
2	5435.6	5458.4	125.2	250.1	313	14.563	2	4993.4	4997.3	125.1	250.1	313	2.493	
3	5539.4	5547.3	125.1	250.1	313	5.050	3	5001.4	5055.5	125.0	250.5	313	34.552	
							PROMEDIO							PROMEDIO
							21.586							20.257

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Laboratorio de Investigación y Desarrollo

[Handwritten signature]

Lener Familia Villaseca Vásquez
LABORATORIO

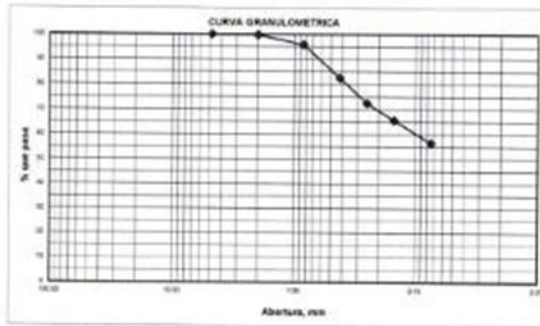


fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-6913			
PROYECTO:	DISEÑO DE UN ADOBE CON POLIESTIRENO RECICLADO PARA UNA VIVIENDA CLIMATIZADA EN LA ZONA RURAL DE PIRURUYOC, HUARAZ - ANCASH, 2019	REGISTRO:	TS-GRA-01
SOLICITA:	ANABEL REGINA INGA CASTRO	PÁGINA:	01 de 01
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash, Provincia: Huaraz, Distrito: Independencia		
CALICATA:	C-01	MUESTRA:	M-1 (0.10 a 1.00) m.
		ZONA:	Canchacuta
		FECHA:	10/04/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	% pasa
		661.80	
		296.10	
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.000		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525		
N° 4	4.750	0.00	100.00
N° 10	2.000	1.80	99.74
N° 20	0.840	26.40	96.86
N° 40	0.420	90.90	82.53
N° 60	0.250	69.00	72.41
N° 100	0.150	45.90	65.68
N° 200	0.074	52.10	66.67
< N° 200		385.70	


LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)
LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	2	8	10
1. No de Golpes	19	24	30
2. Peso Tara, [gr]	18.00	25.35	21.40
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	43.10	59.80	58.70
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.70	51.20	49.62
5. Peso Agua, [gr]	6.400	8.605	9.078
6. Peso Suelo Seco, [gr]	18.700	25.845	28.221
7. Contenido de Humedad, [%]	34.22	33.29	32.17

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No.
	3
1. Peso Tara, [gr]	56.50
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	315.20
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	306.30
4. Peso Agua, [gr]	8.90
5. Peso Suelo Seco, [gr]	249.80
6. Contenido de Humedad, [%]	3.56

LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara N°		
	4	7	6
1. Peso Tara, [gr]	20.80	19.40	20.40
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23.40	23.50	23.70
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22.90	22.70	23.10
4. Peso Agua, [gr]	0.500	0.800	0.600
5. Peso Suelo Seco, [gr]	2.100	3.300	2.700
6. Contenido de Humedad, [%]	23.81	24.24	22.22


RESUMEN

Grava (No. 4 < Diam < 3")	0.00%
Arena (No. 200 < Diam < No. 4)	43.43%
Finos (Diam < No. 200)	56.57%
	CL
Clasificación SUCS	Arcilla Ligera Arenosa

L Líquido: 33.10 %
L Plástica: 9.68 %

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lázaro
CIP 216767 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
NTP 318.018			
PROYECTO:	DISEÑO DE UN ADOBE CON POLIESTIRENO RECICLADO PARA UNA VIVIENDA CLIMATIZADA EN LA ZONA RURAL DE PIRURUYOC HUARAZ - ANCASH, 2019	REGISTRO N°:	TS-ERC-01
SOLICITA:	ANABEL REGINA INGA CASTRO	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Huaraz; Distrito: Independencia	FECHA:	16/05/2019

TABLA N°01 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm ²)
	L	A	H	BRUTA
1	21.1	11.40	9.10	240.54
2	21.0	11.60	9.20	243.60
3	21.2	11.50	9.10	243.80
4	21.0	11.50	9.00	241.50
5	21.0	11.60	9.10	243.60
PROMEDIO	21.06	11.52	9.10	242.61

TABLA N°02 COMPRESIÓN DE UNIDADES

IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN	P max (Kg)	f'b (kg/cm ²)	f'b (MPa)
		BRUTA	
1	3706	15.4	1.5
2	3865	15.9	1.6
3	3721	15.3	1.5
4	3615	15.0	1.5
5	3987	16.4	1.6
PROMEDIO		15.6	1.5

Observación:

Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.


Ing. Víctor Herrera Lazaro
CIP 216967 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
NTP 318.018			
PROYECTO:	DISEÑO DE UN ADOBE CON POLIESTIRENO RECICLADO PARA UNA VIVIENDA CLIMATIZADA EN LA ZONA RURAL DE PIRURUYOC HUARAZ - ANCASH, 2019	REGISTRO N°:	TS-ERC-02
SOLICITA:	ANABEL REGINA INGA CASTRO	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Huaraz; Distrito: Independencia	FECHA:	20/05/2019

TABLA N°01 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)
	L	A	H	BRUTA
1	21.2	11.50	9.10	243.80
2	21.2	11.40	9.10	241.68
3	21.0	11.50	9.00	241.50
4	21.1	11.60	9.00	244.76
5	21.0	11.40	9.20	239.40
PROMEDIO	21.10	11.48	9.08	242.23

TABLA N°02 COMPRESIÓN DE UNIDADES

IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN	P max (Kg)	f'b (kg/cm ²)	f'b (MPA)
		BRUTA	
1	2896	11.9	1.2
2	2654	11.0	1.1
3	2821	11.7	1.1
4	2603	10.6	1.0
5	2695	11.3	1.1
PROMEDIO		11.3	1.1

Observación:

Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.


Ing. Víctor Herrera Lazaro
CIP 216267 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
NTP 318.018			
PROYECTO:	DISEÑO DE UN ADOBE CON POLIESTIRENO RECICLADO PARA UNA VIVIENDA CLIMATIZADA EN LA ZONA RURAL DE PIRURUYOC HUARAZ - ANCASH, 2019	REGISTRO N°:	TS-ERC-03
SOLICITA:	ANABEL REGINA INGA CASTRO	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Huaraz; Distrito: Independencia	FECHA:	25/05/2019

TABLA N°01 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)
	L	A	H	BRUTA
1	21.0	11.60	9.00	243.60
2	21.2	11.50	9.10	243.80
3	21.1	11.60	9.00	244.76
4	21.0	11.40	9.00	239.40
5	21.1	11.50	9.20	242.65
PROMEDIO	21.08	11.52	9.06	242.84

TABLA N°02 COMPRESIÓN DE UNIDADES

IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN	P max (Kg)	f _b (kg/cm ²)	f _b (MPa)
		BRUTA	
1	2414	9.9	1.0
2	2398	9.8	1.0
3	2411	9.9	1.0
4	2296	9.6	0.9
5	2205	9.1	0.9
PROMEDIO		9.7	0.9

Observación:

Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.


Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 218087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
NTP 318.018			
PROYECTO:	DISEÑO DE UN ADOBE CON POLIESTIRENO RECICLADO PARA UNA VIVIENDA CLIMATIZADA EN LA ZONA RURAL DE PIRURUYOC HUARAZ - ANCASH, 2019	REGISTRO N°:	TS-ERC-04
SOLICITA:	ANABEL REGINA INGA CASTRO	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Huaraz; Distrito: Independencia	FECHA:	27/05/2019

TABLA N°01 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)
	L	A	H	BRUTA
1	21.2	11.50	9.10	243.80
2	21.2	11.40	9.10	241.68
3	21.0	11.60	9.00	243.60
4	21.4	11.50	9.20	246.10
5	21.0	11.40	9.20	239.40
PROMEDIO	21.16	11.48	9.12	242.92

TABLA N°02 COMPRESIÓN DE UNIDADES

IDENTIFICACIÓN ESPECIMEN	P max (Kg)	f'b (kg/cm ²)	f'b (MPA)
		BRUTA	
1	1854	7.6	0.7
2	1723	7.1	0.7
3	1598	6.6	0.6
4	1788	7.3	0.7
5	1596	6.7	0.7
PROMEDIO		7.0	0.7

Observación:

Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.


Ing. Victor Herrera Lazaro
 CIP 219087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

**MINISTERIO DE VIVIENDA,
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**

NORMA E.080
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
CON TIERRA REFORZADA

ANEXO - RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 121-2017-VIVIENDA

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL

**ANEXO - RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 121-2017-VIVIENDA**

(La Resolución Ministerial de la referencia se publicó en la edición del día jueves 5 de abril de 2017)

**NORMA E.080
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA**

ÍNDICE

**CAPÍTULO I
DISPOSICIONES GENERALES**

- Artículo 1.- Alcance.
- Artículo 2.- Objeto.
- Artículo 3.- Definiciones.

**CAPÍTULO II
CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TIERRA REFORZADA**

- Artículo 4.- Consideraciones básicas.
- Artículo 5.- Requisitos de los materiales para la construcción de edificaciones de tierra reforzada.
- Artículo 6.- Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada.
- Artículo 7.- Sistema estructural para edificaciones de tierra reforzada.
- Artículo 8.- Esfuerzo de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio.
- Artículo 9.- Esfuerzos admisibles.
- Artículo 10.- Requisitos para las instalaciones eléctricas en edificaciones de tierra reforzada.
- Artículo 11.- Requisitos para las instalaciones sanitarias en edificaciones de tierra reforzada.

**CAPÍTULO III
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TAPIAL REFORZADO**

- Artículo 12.- Condiciones de la tierra a utilizar.
- Artículo 13.- Unidades de tapial y encofrado.
- Artículo 14.- Fabricación de la unidad de tapial.
- Artículo 15.- Protección de las hiladas de tapial.
- Artículo 16.- Reforzamiento.

**CAPÍTULO IV
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE ADOBE REFORZADO**

- Artículo 17.- Condiciones de la tierra a utilizar.
- Artículo 18.- Preparación del adobe.
- Artículo 19.- Preparación del mortero.
- Artículo 20.- Reforzamiento.

**CAPÍTULO V
OBRAS PATRIMONIALES DE TIERRA**

- Artículo 21.- Consideraciones para la intervención técnica en una obra patrimonial de tierra.

ANEXOS

- ANEXO N° 1 Prueba "Cinta de barro"
- ANEXO N° 2 Prueba "Presencia de arcilla o "Resistencia seca"
- ANEXO N° 3 Prueba "Contenido de humedad" para la construcción con tapial
- ANEXO N° 4 Prueba "Control de fisuras" o "Dosificación suelo-arena gruesa".
- ANEXO N° 5 Recomendaciones para las juntas de avance en la técnica del tapial reforzado.
- ANEXO N° 6 Recomendaciones para el ajuste de lazos verticales y horizontales para los refuerzos con mallas de sogas sintéticas.

CAPÍTULO I
DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- Alcance

- 1.1 La norma es de alcance nacional y su aplicación es obligatoria para la elaboración de materiales de construcción para edificaciones de tierra reforzada (adobe reforzado y tapial reforzado).
- 1.2 La norma se refiere a las características mecánicas de los materiales para la construcción de edificaciones de tierra reforzada, al diseño sismorresistente para edificaciones de tierra reforzada, a los elementos estructurales fundamentales de las edificaciones de tierra reforzada así como al comportamiento de los muros de adobe y tapial, de acuerdo a la filosofía de diseño sismorresistente.
Las edificaciones de tierra deben ser construcciones reforzadas para conseguir el comportamiento siguiente:

- a) Durante sismos leves, las edificaciones de tierra reforzada pueden admitir la formación de fisuras en los muros.
- b) Durante sismos moderados, las edificaciones de tierra reforzadas pueden admitir fisuras más importantes, sin embargo están controladas por refuerzos, sin producir daños a los ocupantes. La estructura debe ser reparable con costos razonables.
- c) Durante la ocurrencia de sismos fuertes, se admite la posibilidad de daños estructurales más considerables, con fisuras y deformaciones permanentes, pero controladas por refuerzos. No deben ocurrir fallas frágiles y colapsos parciales o totales, que puedan significar consecuencias fatales para la vida de los ocupantes.

Las definiciones de sismo leve, sismo moderado y sismo fuerte corresponden a lo indicado en el artículo 3 de la presente Norma.

- 1.3 La norma se orienta al diseño, construcción, reparación y reforzamiento de edificaciones de tierra reforzada, inspirada en el desarrollo de una cultura de prevención de desastres y en la búsqueda de soluciones económicas, seguras, durables, confortables y de fácil difusión. Las estructuras existentes incluyen las obras patrimoniales de tierra.
- 1.4 Los proyectos elaborados con alcances distintos a los considerados en la presente Norma, deben estar respaldados con un estudio técnico firmado por un ingeniero colegiado y habilitado.

Artículo 2.- Objeto

- 2.1 Establecer requisitos y criterios técnicos de diseño y construcción para edificaciones de tierra reforzada.
- 2.2 Conferir seguridad sísmica a la construcción de edificaciones de tierra reforzada, mediante una filosofía de diseño que defina un comportamiento estructural adecuado.
- 2.3 Conceder durabilidad a las edificaciones de tierra reforzada frente a los fenómenos naturales y antrópicos.
- 2.4 Promover las características de la construcción de edificaciones de tierra reforzada, su accesibilidad, bajo costo, virtudes ecológicas y medio ambientales, bajo consumo energético aislamiento térmico y acústico, sus formas tradicionales y texturas rústicas.

Artículo 3.- Definiciones

Para efectos de la aplicación de la presente Norma se tiene en cuenta las definiciones siguientes:

1. **Aditivos naturales.** Materiales naturales como la paja y la arena gruesa, que controlan las fisuras que se producen durante el proceso de secado rápido.
2. **Adobe.** Unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad.
3. **Adobe (Técnica).** Técnica de construcción que utiliza muros de albañilería de adobes secos asentados con mortero de barro.
4. **Altura libre de muro.** Distancia vertical libre entre elementos de arriostre horizontales.
5. **Arcilla.** Único material activo e indispensable del suelo. En contacto con el agua permite su amasado, se comporta plásticamente y puede cohesionar el resto de partículas inertes del suelo formando el barro, que al secarse adquiere una resistencia seca que lo convierte en material constructivo. Tiene partículas menores a dos micras (0.002 mm).
6. **Arena fina.** Es un componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendido entre 0.08 mm y 0.50 mm. Como el limo puede contribuir a lograr una mayor compacidad del suelo, en ciertas circunstancias.
7. **Arena gruesa.** Es un componente inerte, estable en contacto con el agua, sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca comprendidas entre 0.6 mm y 4.75 mm (según Normas Técnicas Peruanas y/o las mallas N° 30 y N° 4 ASTM) que conforman la estructura granular resistente del barro en su proceso de secado. La adición de arena gruesa a suelos arcillosos, disminuye el número y espesor de las fisuras creadas en el proceso de secado, lo que significa un aumento de la resistencia del barro seco según se ha comprobado en el laboratorio.
8. **Arriostre.** Componente que impide significativamente el libre desplazamiento del borde de muro, considerándose un apoyo. El arriostre puede ser vertical (muro transversal o contrafuerte) u horizontal.
9. **Colapso.** Derrumbe súbito de muros o techos. Puede ser un derrumbe parcial o total.

Elemento que impide el libre desplazamiento del borde de muro. El arriostre puede ser vertical u horizontal.

3.5 Altura Libre de Muro

Es la distancia vertical libre entre elementos de arriostre horizontales.

3.6 Largo Efectivo

Distancia libre horizontal entre elementos de arriostre verticales o entre un elemento de arriostre y un extremo libre.

3.7 Esbeltez

Relación entre la altura libre del muro y su espesor.

3.8 Muro Arriostrado

Es un muro cuya estabilidad lateral está confiada a elementos de arriostre horizontales y/o verticales.

3.9 Extremo Libre de Muro

Es el borde vertical u horizontal no arriostrado de un muro.

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 arriostre horizontal (Ver Artículo 6 (6.3)).

3.11 Contrafuerte

Es un arriostre vertical construido con este único fin.

Artículo 4.- UNIDAD O BLOQUE DE ADOBE

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.

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.

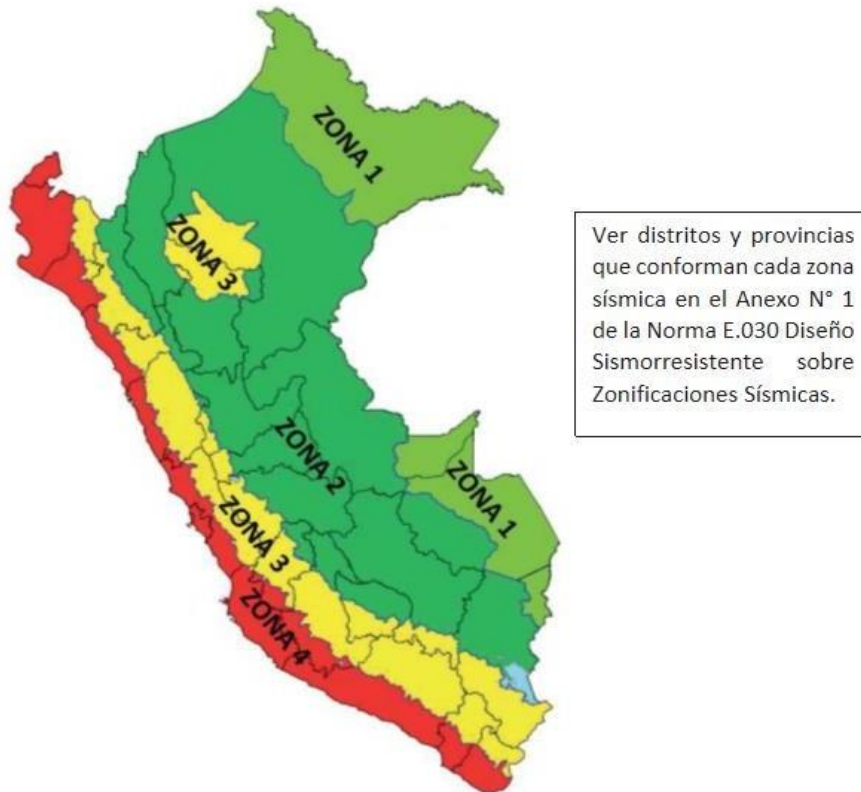
Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- 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.

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.

Figura 1. Mapa de Zonificación Sísmica, según Norma E.030 Diseño Sismorresistente



- 4.3 Las edificaciones de tierra reforzada deben cimentarse sobre suelos firmes y medianamente firmes de acuerdo con la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones. No se cimienta sobre suelos granulares sueltos, cohesivos blandos, ni arcillas expansivas. Se prohíbe la cimentación en suelos de arenas sueltas que pueden saturarse de agua (riesgo de licuefacción de suelos).
- 4.4 El proyecto arquitectónico, eléctrico y sanitario de edificaciones de tierra reforzada debe concordarse con el proyecto estructural, cuyas características se señalan en la presente Norma.
- 4.5 El diseño estructural de las edificaciones de tierra reforzada deben estar basados en los siguientes criterios: resistencia, estabilidad y comportamiento sismorresistente (refuerzos compatibles) y es respaldado por el profesional responsable.
- 4.6 Los métodos de análisis deben estar basados en comportamientos elásticos del material, sin perjuicio que se puedan utilizar criterios de comportamiento inelástico.
- 4.7 Los métodos para obtener la aprobación de nuevas técnicas mixtas relacionadas con el material tierra, deben estar basados en estudios que demuestren su adecuado comportamiento sísmico en el estado de servicio y en el estado último, sin producir fallas frágiles o colapsos súbitos y en concordancia con la filosofía de diseño. Para su aprobación se pueden utilizar las siguientes alternativas:
- Verificación experimental de comportamiento sísmico mediante ensayos cíclicos, pseudo-dinámicos o dinámicos que incluyan claramente el rango de comportamiento último.
 - Diseño racional basado en principios de ingeniería aceptados, bajo responsabilidad del profesional.
 - Historia de servicio y comportamiento adecuado en sismos severos.

Artículo 5.- Requisitos de los materiales para la construcción de edificaciones de tierra reforzada

- 5.1 **Tierra:** Debe verificarse que la tierra contenga adecuada presencia de arcilla mediante las pruebas indicadas en los Anexos N°s. 1 y 2 de la presente Norma. Asimismo, que se encuentre libre de cantidades perjudiciales de materia orgánica. Su resistencia debe cumplir lo indicado en:
- Artículo 8, inciso 8.1 o 8.2 (para tapial).
 - Artículo 8, inciso 8.1 o 8.2 y 8.3 (para adobe).
- 5.2 **Agua:** Debe cumplir las características siguientes:

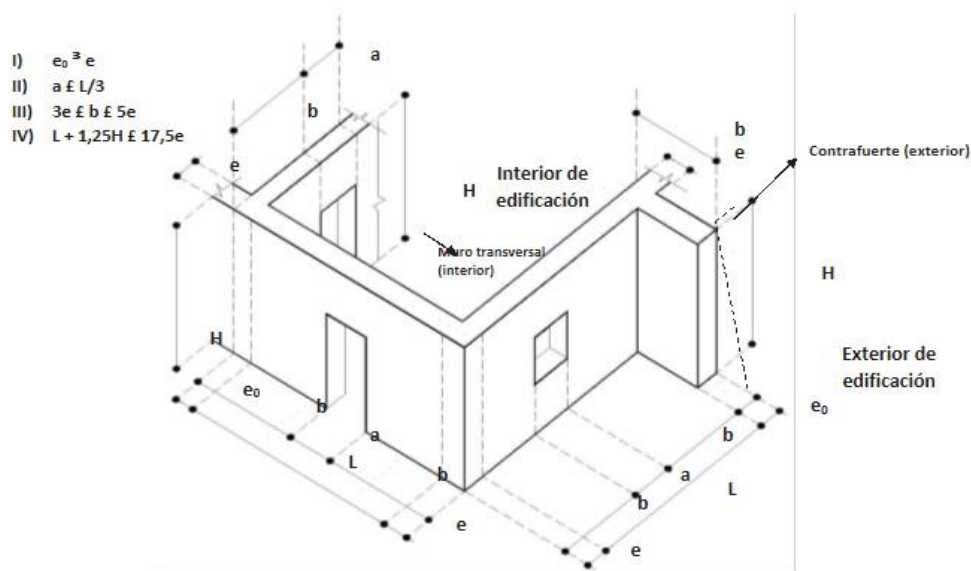
- a) Agua potable o agua libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión.
- b) Estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas.
- c) El agua de mar sólo puede emplearse si se cuenta con la autorización del ingeniero proyectista y del responsable de la supervisión.

Artículo 6.- Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada

Las edificaciones de tierra reforzada, deben cumplir con los siguientes criterios de configuración:

- 6.1 Muros anchos para su mayor resistencia y estabilidad frente al volteo. El espesor mínimo del muro es de 0.40 m. Solo para el tipo de muro indicado en el Esquema 3 de la Figura 4, puede utilizarse un espesor mínimo de 0.38 m según se muestra en el aparejo correspondiente.
- 6.2 Los muros deben tener arriostres horizontales (entrepisos y techos) así como arriostres verticales (contrafuerte o muros transversales) según la Figura 2.
- 6.3 La densidad de muros en la dirección de los ejes principales debe tener el valor mínimo indicado en la Tabla 2 - Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación. De ser posible, todos los muros deben ser portantes y arriostrados.
- 6.4 Tener una planta simétrica respecto a los ejes principales.
- 6.5 El espesor (e), densidad y altura libre de muros (H), la distancia entre arriostres verticales (L), el ancho de los vanos (a), así como los materiales y la técnica constructiva para la construcción de una edificación de tierra reforzada, deben ser aplicados de manera continua y homogénea. La Figura 2 establece los límites geométricos a ser cumplidos.
- 6.6 Los vanos deben tener las proporciones y ubicación de acuerdo a lo indicado en la Figura 2. Así mismo, se recomienda que sean pequeños y centrados.

Figura 2. Límites Geométricos de muros y vanos



Nota 1: Cada arrioste vertical (contrafuerte o muro transversal) puede construirse hacia el interior o hacia el exterior de la edificación, según el criterio del proyectista.

Nota 2: La expresión IV relaciona la esbeltez vertical ($y_v = H/e$) con la esbeltez horizontal ($I_h = L/e$), de modo que se debe cumplir la expresión: $I_h + 1,25 I_v \leq 17,5$.

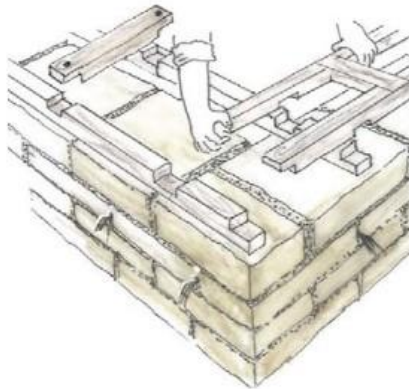
Nota 3: Los muros en general deben tener una esbeltez vertical (IV) igual o menor a 6 veces el espesor del muro y una esbeltez horizontal (IH) igual o menor a 10 veces el espesor del muro.

La esbeltez vertical puede llegar a un máximo 8, si se cumple la Nota 2.

Nota 4: El contrafuerte puede ser recto o trapezoidal. En caso tenga forma trapezoidal, ver línea segmentada en contrafuerte (exterior) su base o parte inferior debe medir "b" y la parte superior (que sobresale del muro) debe medir como mínimo "b/3".

- 6.7 Tener como mínimo una viga collar en la parte superior de cada muro fijada entre sí, así como a los refuerzos, y construidos con un material compatible con la tierra reforzada (madera, caña u otros).

Figura 3. Ejemplo esquemático de un tipo de Viga Collar



6.8 Cálculo de las fuerzas sísmicas horizontales

La fuerza sísmica horizontal en la base de las edificaciones de tierra reforzada se determina mediante la siguiente expresión:

$$H = S \cdot U \cdot C \cdot P$$

Donde:

S = Factor de suelo según lo indicado en la Tabla N° 1.

U = Factor de uso según lo indicado en la Tabla N° 2.

C = Coeficiente sísmico según lo indicado en la Tabla N° 3.

P = Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50 % de la carga viva.

Tabla N° 1
Factor de suelo (S)

Tipo	Descripción	Factor de suelo (S)
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPa ó 3.06 kg.f/cm ²	1,0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa ó 1.02kg.f/cm ²	1,4

Tabla N° 2
Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación

Tipo de Edificaciones	Factor de Uso (U)	Densidad
NT A.030 Hospedaje NT A.040 Educación NT A.050 Salud NT A.090 Servicios comunales NT A.100 Recreación y deportes NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1,4	15%
NT A.060 Industria NT A.070 Comercio NT A.080 Oficinas	1,2	12%
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1,0	8%

Tabla N° 3
Coeficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de tierra reforzada

Zona Sísmica	Coeficiente Sísmico (C)
4	0,25
3	0,20
2	0,15
1	0,10

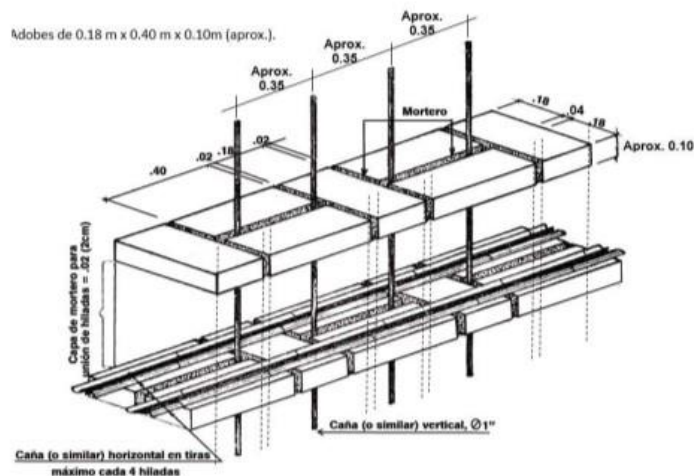
6.9 Se debe evitar el deterioro de las edificaciones de tierra reforzada, causadas por el viento, la lluvia y la humedad, protegiéndolas a través de:

- Cimientos y sobrecimientos que eviten el humedecimiento del muro.
- Recubrimientos, revestimientos o enlucidos que los protejan de la lluvia, humedad y viento, y que permitan la evaporación de la humedad del muro.
- Aleros en el techo que protejan el muro de cualquier contacto con la lluvia. En las zonas bioclimáticas: N°3 Interandino, N°4 Mesoandino, N°5 Altoandino, N°6 Nevado, N°7 Ceja de montaña, N°8 Subtropical húmedo, N°9 Tropical húmedo, indicadas en la Norma EM.110 Confort Térmico Lumínico con Eficiencia Energética, se usan aleros no menores de 1 metro de voladizo, adecuadamente anclados y con peso suficiente para no ser levantados por el viento.
- Veredas perimetrales con pendiente hacia el exterior de la edificación y que permitan la evacuación y evaporación del agua.
- Sistemas de drenaje adecuado (material granular suelto tipo piedras y gravas, con pendiente y colector inferior, evacuador de agua).
- En patios interiores, terrazas y otros espacios abiertos se asegura la evacuación y evaporación del agua o humedad depositada en el suelo o piso.

6.10 Para los refuerzos se debe tener en cuenta las consideraciones siguientes:

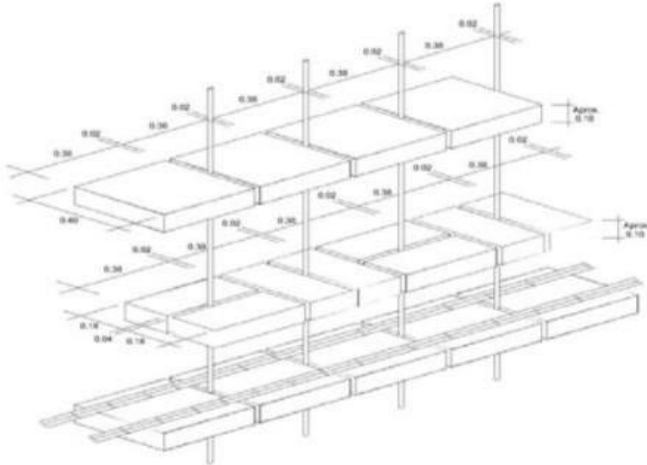
- Los muros y contrafuertes de las edificaciones de tierra reforzada deben tener refuerzos.
- En caso que los refuerzos sean externos a los muros o contrafuertes deben estar embudidos en el enlucido.
- No deben usarse refuerzos en una sola dirección, pues no logran controlar los desplazamientos y pueden sufrir colapsos parciales. Deben usarse refuerzos en dos direcciones (horizontales y verticales).
- En todos los casos, el refuerzo horizontal coincide con los niveles inferior y superior de los vanos.
- Los elementos que conforman los entrepisos o techos de las edificaciones de tierra reforzada, deben estar adecuadamente fijados al muro mediante una viga collar. El refuerzo debe fijarse desde la base del sobrecimiento a la viga collar.
- En caso se utilice refuerzos de tipo vegetal, geomallas, dinteles y/o mallas de sogas sintéticas, debe considerarse, según sea el caso, como mínimo lo siguiente:
 - Caña carrizo (hueca) o caña brava (sólida), completas, de 25 mm de diámetro aproximado como refuerzo vertical y chancadas tipo carrizo o guadua angustifolia (sin dañarlas) como refuerzo horizontal.
 - Madera en rollizos o aserrada con diámetros igual o mayores a 25 mm como refuerzo vertical externo y sogas naturales (cabuya o sisal) de mínimo 6 mm de diámetro como refuerzo horizontal externo.
 - Ramas trenzadas de fibra vegetal, en paquetes de diámetros de 25 mm como refuerzo vertical externo y ramas sueltas trenzadas o sogas como refuerzo horizontal externo, con diámetros mayores a 6 mm.
 - Sogas de cabuya, sisal o fibras naturales trenzadas formando mallas ortogonales externas, cumpliendo lo especificado en el inciso i, numeral 6.10 del artículo 6 del Capítulo II).
 - Cualquier combinación racional de las anteriores.
 - Las conexiones de los elementos verticales y horizontales se realizan con cuerdas de nylon o sogas sintéticas, utilizando nudo llano (ver Anexo N°6, inciso 6.1: Nudos para refuerzos).

Figura 4: Esquemas de refuerzo con caña para adobe
Esquema 1



Nota: Se recomienda colocar refuerzos de cañas (o similares) horizontales cada cuatro hiladas en el tercio inferior de la altura del muro (sea la edificación de 1 o 2 pisos), cada tres hiladas en el tercio central y cada dos hiladas en el tercio superior. Como máximo, cada cuatro hiladas.

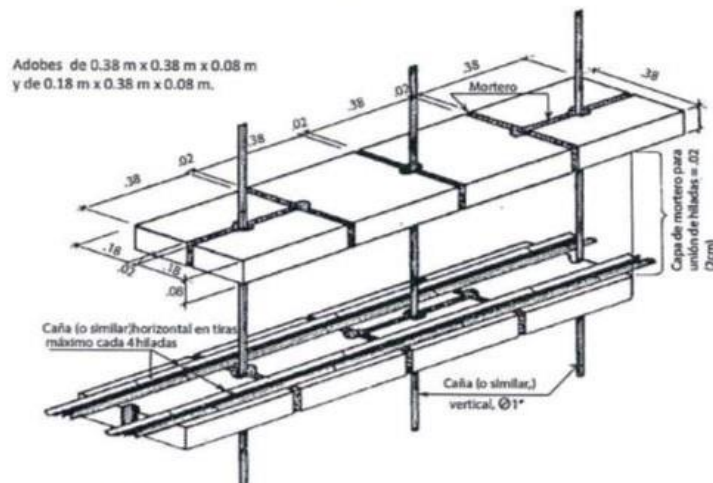
Esquema 2



Para Adobes de 0.38 m x 0.40 m x 0.10 m (aprox.) y de 0.18 m x 0.38 m x 0.10 m (aprox.)

Nota: Colocar refuerzos de cañas (o similares) horizontales cada cuatro hiladas en el tercio inferior de la altura del muro (sea la edificación de 1 o 2 pisos), cada tres hiladas en el tercio central y cada dos hiladas en el tercio superior. Como máximo, cada cuatro hiladas.

Esquema 3



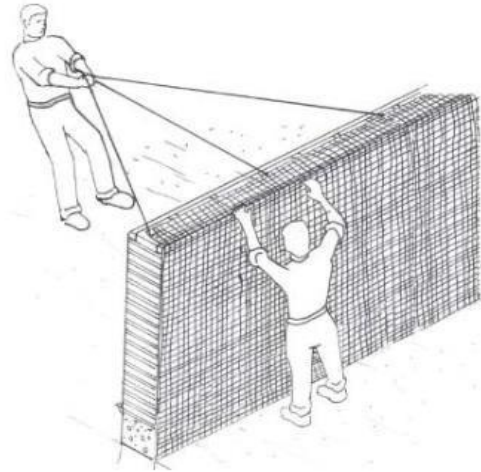
Nota: Colocar refuerzos de cañas (o similares) horizontales cada cuatro hiladas en el tercio inferior de la altura del muro (sea la edificación de 1 o 2 pisos), cada tres hiladas en el tercio central y cada dos hiladas en el tercio superior. Como máximo, cada cuatro hiladas.

- g) En caso se utilice refuerzo de mallas sintéticas de nudos integrados (geomallas), el refuerzo debe ser externo y embutido en el enlucido. La geomalla, constituida por material sintético, debe reunir las características necesarias para ser usada como refuerzo de edificaciones de tierra, tales como:
- i. Conformación de retícula rectangular o cuadrada, con o sin diagonales interiores, con abertura máxima de 50 mm. y nudos integrados.
 - ii. Capacidad mínima de tracción de 3,5 kN/m, (356.9 kgf/m) en ambas direcciones, para una elongación de 2%.
 - iii. Flexibilidad y durabilidad para su uso como refuerzo embutido en tierra.
 - iv. Consideraciones de uso:
 - Los muros portantes y no portantes, incluyendo los vanos, deben envolverse con las geomallas, tensándolas uniformemente. Deben conectarse las geomallas de ambas caras de los muros con cuerdas sintéticas, con una separación máxima de 0.30 m.

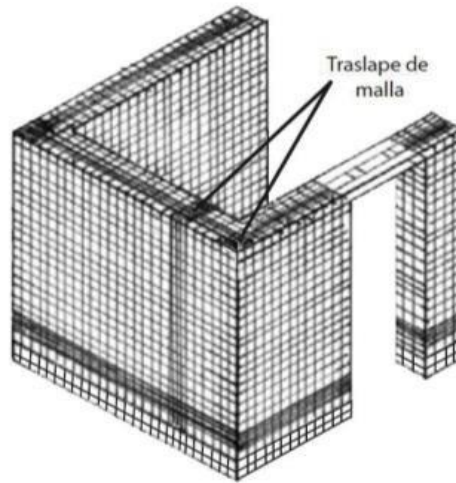
- La geomalla debe estar convenientemente anclada a la base del sobrecimiento y a la viga collar superior.
- El uso de otro tipo de mallas, sólo es permitido si acredita su capacidad sismorresistente en ensayos cíclicos a escala natural.

Figura 5: Esquema de colocación de refuerzo con geomalla

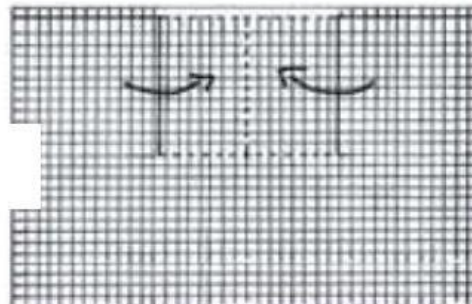
1. Colocación de mallas



2. Traslape de mallas



3. Cortes de mallas en ventanas o puertas.



- h) En caso se utilice refuerzos de dinteles, se deben utilizar dinteles flexibles (por ejemplo, paquetes de caña o madera delgada en rollizos, amarradas por cordones o sogas) y amarrarlos a la viga collar.
- i) En caso se utilice refuerzos con mallas de sogas sintéticas (driza blanca o similar) se debe tener las consideraciones siguientes:
 - i. Utilizar diámetros de sogas sintéticas igual o mayores a 5/32" (3.97 mm), salvo las sogas para unir las mallas de ambas caras del muro, cuyo diámetro debe ser mínimo de 1/8" (3.17 mm).
 - ii. Las mallas de refuerzo deben ser externas al muro y embutidas en el enlucido del mismo, lo que también sirve para la consolidación de construcciones existentes.
 - iii. Las mallas deben conformarse mediante lazos verticales y horizontales que confinen (envuelvan) el muro. Los lazos de confinamiento vertical deben estar convenientemente anclados a la cimentación y a la viga collar superior.
 - iv. Las mallas de cada cara del muro deben unirse en cada intersección de los lazos según lo indicado en el Anexo N°6, inciso 6.1: Nudos para refuerzos, o mediante un método similar comprobado.
 - v. La separación entre las sogas horizontales debe ser menor a 0.40m en promedio para el tercio inferior a la altura del muro (sea la edificación de uno o dos pisos). Debe ser de 0.30m en promedio para el tercio central y de 0.20m en promedio para el tercio superior (sin coincidir con la junta horizontal). La separación entre las sogas verticales debe ser menor a 0.40m.
 - vi. El refuerzo horizontal debe coincidir con los niveles inferior y superior de los vanos.

6.11 En caso se desee aplicar lineamientos técnicos diferentes a los indicados en el Capítulo II, artículo 6. Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada, se debe sustentar la propuesta mediante métodos racionales y/o experimentales.

Artículo 7.- Sistema estructural para edificaciones de tierra reforzada

El sistema estructural para las edificaciones de tierra debe comprender los componentes siguientes:

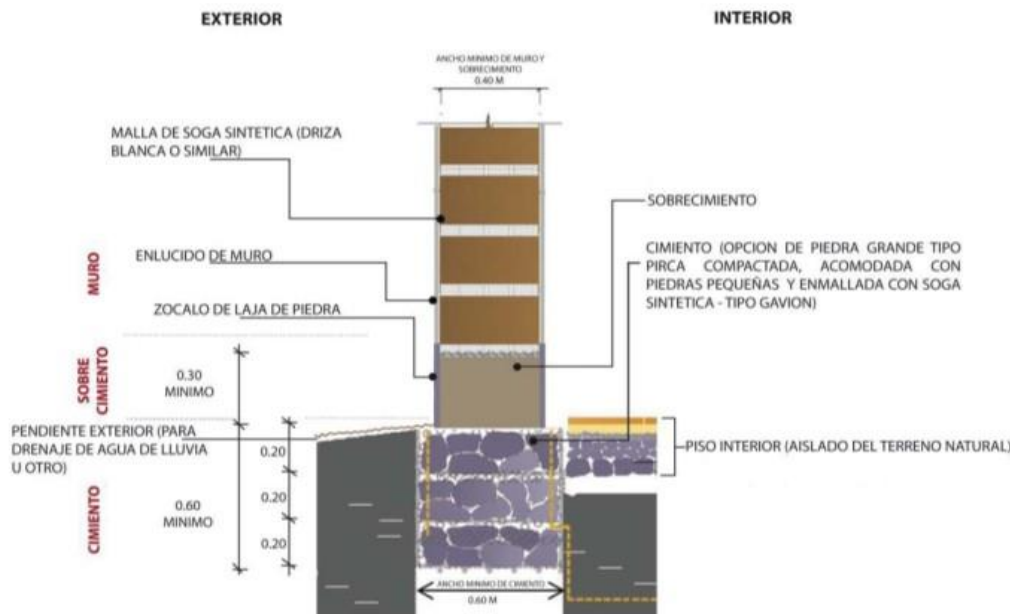
7.1 Cimentación

- a) El cimiento debe cumplir dos condiciones:
 - i. Transmitir las cargas hasta un suelo firme de acuerdo a lo indicado por la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.
 - ii. Evitar que la humedad ascienda hacia los muros de tierra.
- b) Cumpliendo las condiciones anteriormente mencionadas, todo cimiento debe tener una profundidad mínima de 0.60 m. (medida a partir del terreno natural) y un ancho mínimo de 0.60 m.
- c) Se puede utilizar los tipos de cimentación siguientes:
 - i. Piedra grande tipo pirca compactada, acomodada con piedras pequeñas.
 - ii. Concreto Ciclópeo.
 - iii. Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa.

7.2 Sobrecimiento

- a) El sobrecimiento debe cumplir dos condiciones:
 - i. Debe transmitir las cargas hasta el cimiento.
 - ii. Debe proteger el muro ante la acción de la erosión y la ascensión capilar.
- b) Cumpliendo tales condiciones, todo sobrecimiento debe elevarse sobre el nivel del terreno no menos de 0.30 metros y tener un ancho mínimo de 0.40 metros.
- c) Se pueden utilizar los tipos de sobrecimiento siguientes:
 - i. Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa
 - ii. Concreto ciclópeo

Figura 6. Esquema de cimentación



7.3 Muros

Los muros son los elementos más importantes en la resistencia, estabilidad y comportamiento sísmico de la estructura de una edificación de tierra reforzada. El diseño de los muros debe realizarse usando criterios basados en la resistencia, estabilidad y desempeño, complementariamente.

Los tímpanos deben ser del material similar al usado en los techos (madera, caña, fibra vegetal, entre otros) para que sean ligeros, más estables y fácilmente conectables con los techos.

Es posible utilizar muros curvos o muros para plantas poligonales, lo cual podría significar formas de adobe especial; si se usan adobes cuadrados o rectangulares, las juntas verticales no deben exceder de 30 mm en su parte más ancha. En la técnica del tapial se puede utilizar moldes circulares.

- Todos los muros curvos deben ser igualmente reforzados como el caso de los muros rectos y deben tener viga collar superior curva o poligonal.
- Los muros con radios mayores a 3.00 m. se deben considerar como muros rectos para la colocación y distanciamiento de arriostres verticales, así como limitaciones de esbelteces, según lo indicado en la presente Norma.
- Para radios comprendidos entre 1.25 m y 3.00 m, deben existir muros transversales o arriostres verticales cada 12e del muro como máximo (es decir, doce veces el espesor del muro como máximo) y la esbeltez vertical (h/e) no debe ser mayor a 10.
- Los muros con radios menores a 1.25 m, no requieren limitaciones de arriostres verticales.

7.3.1 Criterios para el diseño de muros basado en la resistencia

- El diseño de muros basado en la resistencia, debe considerar el área resistente de muros frente a la fuerza sísmica horizontal en su plano, teniendo en cuenta las consideraciones siguientes:
 - Las construcciones de tierra normalmente no tienen diafragmas horizontales rígidos a nivel de los techos y por tanto los desplazamientos de los muros paralelos son independientes.
 - Calculadas las áreas tributarias asociadas a cada muro, en cada nivel si es el caso, es posible calcular fuerzas horizontales de diseño. Estas no deben sobrepasar los esfuerzos resistentes admisibles de corte en ellos (Ver Capítulo II, artículo 8: Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio).
 - Para estos efectos, al área transversal del muro (largo por espesor), se puede añadir una fracción de los muros transversales o de arriostre, se trate de encuentros en "T" o en "L", en ambos extremos del muro. Esta área adicional no debe ser mayor al 20 % del área del muro.
- El diseño sísmico de muros en la dirección perpendicular a su plano.
 - De acuerdo al número de apoyos de cada muro, que es función de los arriostres verticales, se calcula el esfuerzo de flexión del muro producido por fuerzas sísmicas perpendiculares a su plano considerando

el comportamiento elástico del material tierra. Dichos esfuerzos no deben sobrepasar los esfuerzos admisibles a tracción por flexión (Ver Capítulo II, artículo 8: Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio).

- ii. La viga collar tiene como misión mantener conectados los muros entre sí durante un sismo, pero no debe considerarse como un apoyo para los muros salvo que exista un diafragma de entrepiso de madera o una estructura horizontal especial. Por tanto, en general los muros deben tener dos o tres apoyos, considerando también el piso.

7.3.2 Criterios para el diseño de muros basado en la estabilidad

El diseño de muros basado en la estabilidad, debe respetar los límites de grosor, esbeltez vertical y esbeltez horizontal, altura máxima, distancia entre arriostres verticales, aberturas, indicados en esta norma. Ver Figura 2.

7.3.3 Criterios para el diseño de muros basado en el desempeño

En el diseño de muros basado en el desempeño, debe colocarse refuerzos en las conexiones, viga collar superior, dinteles flexibles, refuerzos ortogonales en muros (Ver Capítulo II, artículo 6, inciso 6.10).

7.4 Entrepisos y techos

- a) Los techos deben ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros. Además, deben estar adecuadamente fijados a los muros a través de la viga solera.
- b) Deben estar contruidos mediante entramados de madera, caña o fibras vegetales, o tijerales, o diseñados para resistir las cargas verticales y para transmitir las cargas horizontales (sísmicas) a todos los muros, a través de las vigas collares superiores.
- c) Los tijerales no deben crear empujes horizontales a los muros. Para evitarlo, debe utilizarse tensores horizontales inferiores.
- d) Se debe lograr que un techo plano actúe como un diafragma rígido añadiéndole elementos diagonales en el plano. Si el techo no es un diafragma rígido, no se le puede considerar apoyo superior de los muros, para el diseño de éstos.
- e) Los techos pueden ser inclinados (una o varias aguas).
- f) En el diseño de los techos se debe considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.
- g) En el caso de utilizar tijerales, el sistema estructural del techo debe garantizar la estabilidad lateral de los tijerales.

7.5 Arriostres

Para que un muro se considere arriostrado debe existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus elementos de arriestre. Para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos, los elementos de arriestre deben ser horizontales y verticales.

a) Arriostres horizontales

- i. Son elementos o conjunto de elementos que deben poseer una rigidez suficiente en el plano horizontal para impedir el libre desplazamiento lateral de los muros.
- ii. Los elementos de arriestre horizontal más comunes son los pisos y entrepisos de madera con elementos diagonales, se deben diseñar como apoyos del muro arriostrado, considerándose al muro como una losa vertical sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a éste.
- iii. Se debe garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus arriostres, los que deben conformar un sistema continuo e integrado.

b) Arriostres verticales

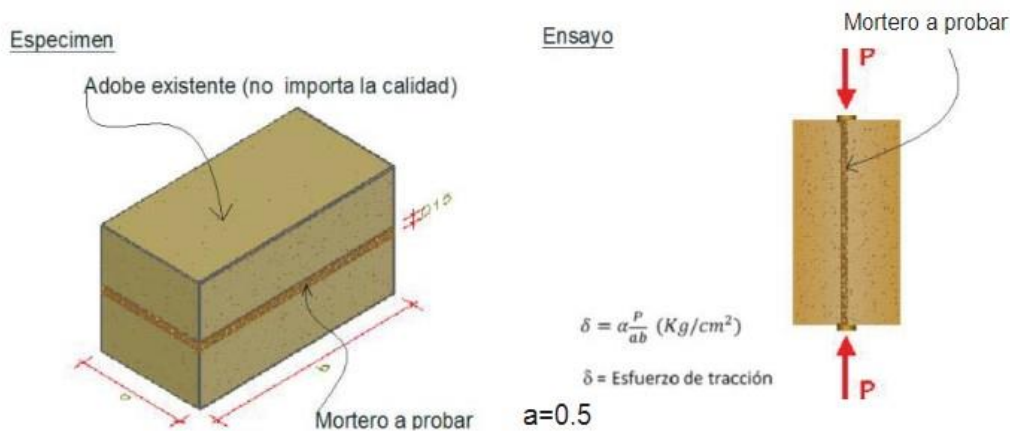
Los arriostres verticales son muros transversales o contrafuertes especialmente diseñados, que deben tener una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir fuerzas cortantes a la cimentación. Para que un muro o contrafuerte se considere como arriestre vertical debe cumplir con lo indicado en la Figura 2.

7.6 Refuerzos y conexiones

- a) La conexión entre el muro y la cimentación, debe realizarse uniendo las mallas de refuerzo de los muros al sobrecimiento.
- b) La conexión entre el muro y el techo, debe realizarse amarrando los muros y vigas collares con las mallas de refuerzo de los muros y luego clavando o amarrando las vigas collares a las vigas principales o tijerales del techo.
- c) Los refuerzos deben cumplir lo indicado en el numeral 6.10 del artículo 6.

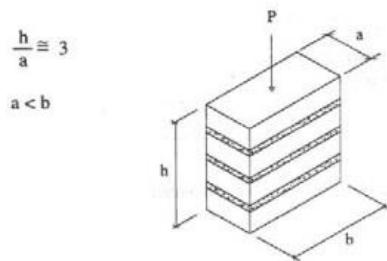
Artículo 8.- Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio.

- 8.1 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del material tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos) se realiza conforme al procedimiento siguiente:
- La resistencia se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1 m de arista.
 - La resistencia última se calcula conforme a la expresión siguiente: $f_c = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$
 - Los cubos de adobes o muestras de tapial deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.
 - En el caso del tapial, de no existir muestras secas, se recomienda elaborar muestras comprimidas en moldes de 0.1 x 0.1 x 0.15 m. con 10 golpes de un mazo de 5 kg de peso.
- 8.2 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del material tierra a la tracción, se realiza conforme al procedimiento siguiente:
- La resistencia se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción, en cilindros de 6" x 12" o 15.24 cm x 30.48 cm de diámetro y largo.
 - La resistencia última es de 0.08MPa = 0.81 kgf/cm².
 - Las muestras deben tener humedad inicial de 20 % a 25 % para control de adobes y 10 % a 15 % para control de tapial, y un secado cubierto de sol y viento de 28 días, debiendo cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.
- 8.3 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del mortero a la tracción, se realiza conforme al procedimiento siguiente:
- La resistencia se debe medir mediante el ensayo de morteros a tracción indirecta, en probetas de dos adobes unidos por mortero de barro con o sin aditivos naturales, sujetos a compresión de manera similar al ensayo brasileño.
 - La resistencia última es de 0.012 MPa = 0.12 kgf/cm².
 - Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

Figura 7. Ensayo de resistencia del mortero a la tracción

- 8.4 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la compresión, se realiza conforme al procedimiento siguiente:
- La resistencia última es de 0.6 MPa = 6.12 kgf/cm².
 - El ensayo de compresión en muretes de adobe o tapial de altura igual a tres veces la menor dimensión de la base (aproximadamente).
 - Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.

Figura 8. Ensayo de Compresión. Muretes de adobe o tapial



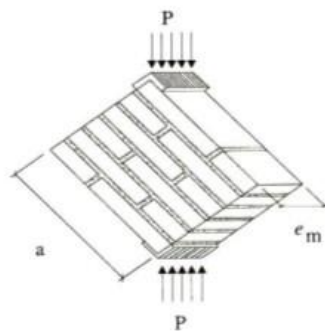
f_m = Esfuerzo de compresión admisible del murete = $P / a \times b$ f_m 0,40 f_m

Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento = 1,25 f_m

8.5 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la tracción indirecta, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- La resistencia última es de 0.025 MPa = 0.25 kgf/cm².
- El ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta de muretes de adobe o tapial de aproximadamente 0,65 m. x 0,65 m. x e_m .
- Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.

Figura 9. Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta



$$f_t = \frac{p}{2ae_m}$$

Esfuerzo admisible de corte v_m 0,4 f_t

- 8.6 La resistencia de muros a tracción por flexión, tiene una resistencia última¹ 0.14 MPa = 1.42 kgf/cm².
- 8.7 Mientras no se cuente con resultados de ensayos experimentales para el módulo de elasticidad de los muros de tierra, se usa el valor de 200 MPa = 2040 kgf/cm².
- 8.8 Para la resistencia de las cañas, se considera:
- Guadua: Resistencia última 100 MPa = 1020 kgf/cm².
 - Carrizo o Caña Brava: Resistencia última 40 MPa = 408 kgf/cm².
- 8.9 Para la resistencia de las sogas sintéticas (drizas), la resistencia última es de 120 MPa = 1200 kgf/cm².

Se debe cumplir que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada. La resistencia se calcula como el cociente entre la fuerza de rotura del ensayo a tracción y el área transversal, considerando el diámetro nominal de la driza. El diámetro nominal es el nombre por el cual se define a la driza.

El valor indicado de la resistencia corresponde a las drizas de color blanco. Se pueden utilizar drizas de otros colores considerando dos drizas de colores para remplazar una driza blanca.

El coeficiente de seguridad de las drizas debe ser de 2.5 para considerar cargas admisibles.

Artículo 9.- Esfuerzos admisibles

Los esfuerzos admisibles se deben calcular tomando un coeficiente de seguridad de 2.5 por variación de calidad en material, calidad de ejecución y evaluación de las cargas. En caso de no realizar los ensayos de laboratorio se considera un coeficiente de seguridad de 3.

¹ La resistencia última de muros a tracción por flexión no está normalizada para ensayos de laboratorio. Para diseño de muros de tierra a flexión se puede considerar el valor indicado.

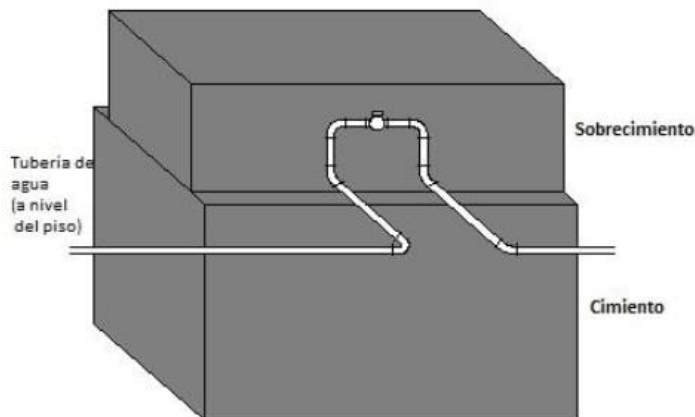
Artículo 10.- Requisitos para las instalaciones eléctricas en edificaciones de tierra reforzada

- 10.1 En las instalaciones eléctricas al exterior de la edificación, como los postes de soporte en la vía o espacio público deben estar bien cimentados y ser rígidos.
- 10.2 En las instalaciones eléctricas al interior de la edificación, se considera lo siguiente:
- Los cables deben estar protegidos mediante fundas tipo tuberías o canaletas (de madera o material sintético no inflamable).
 - Las tuberías y/o canaletas de los cables no deben estar embutidos en la pared o enlucido. Sólo en los casos de trayectorias verticales en muros, la tubería o canaleta puede quedar a ras, semiembutida entre el enlucido final y la malla de refuerzo si fuera el caso, y ser fácilmente localizable, para evitar accidentes en futuros clavados externos (cuadros, perchas, etc.).
 - Las tuberías, canaletas u otro elemento de la instalación eléctrica no deben fijarse directamente a la pared de tierra sino a vigas o marcos de madera (por ejemplo, a través de clavos o pernos).
 - Los interruptores y los tomacorrientes deben ser exteriores o semiembutidos en los muros (entre el enlucido final y la malla de refuerzo, si fuera el caso), pero deben fijarse en marcos, zócalos o piezas de madera.

Artículo 11.- Requisitos para las instalaciones sanitarias en edificaciones de tierra reforzada

- 11.1 Los ambientes que incluyen instalaciones sanitarias, deben tener pisos inclinados con rejilla colectora y desagüe hacia el exterior.
- 11.2 El muro debe protegerse con zócalos, contra zócalos o similares revestimientos en las partes que puedan humedecerse por salpicar agua producto del uso normal.
- 11.3 Las áreas húmedas de los servicios higiénicos, cocina y lavandería deben estar separadas y aisladas de los muros de tierra reforzada mediante paneles sanitarios (bastidores de madera, caña, ladrillo, piedra u otro material conveniente) enchapados adecuadamente (con tejas planas de madera, piso con baldosas, cortinas o forros impermeables, entre otros).
- 11.4 No deben ubicar instalaciones sanitarias dentro de los muros de tierra. Los tramos horizontales pueden ir empotrados en el piso (primer nivel) o colgados del entrepiso. Los tramos verticales deben ir adosados y aislados del muro. En caso de montantes deben ir en ductos.
- 11.5 Las válvulas deben instalarse en el sobrecimiento, si es necesario éste debe tener mayor altura como se indica en la Figura 10.

Figura 10: Esquema de la posición en la instalación de las válvulas

**CAPÍTULO III
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TAPIAL REFORZADO****Artículo 12.- Condiciones de la tierra a utilizar**

Se debe validar las características de la tierra a utilizar para construir con tapial, en el siguiente orden:

- Suficiente presencia de arcilla, mediante las pruebas indicadas en el Anexo N° 1: Prueba "Cinta de barro" y Anexo 2: Prueba "Presencia de Arcilla" o "Resistencia seca".
- Equilibrio de arcilla y arena gruesa, mediante la prueba indicada en el Anexo 4: Prueba de "Control de Fisuras" o "Dosificación con suelo-arena Gruesa".
- Máximo contenido de humedad, mediante la prueba indicada en el Anexo N° 3: Prueba "Contenido de humedad" para la construcción con tapial.

- 12.4 En los suelos arcillosos se debe usar paja de aproximadamente 50 mm de largo en proporción de 1 volumen de paja por 5 de tierra, lo que ayuda al control de fisuras y resistencia. Esta proporción debe ser verificada en el inicio de la obra para evitar el rebote del mazo durante la compactación.
- 12.5 Su resistencia debe cumplir lo indicado en el numeral 8.1 u 8.2 del artículo 8.

Artículo 13.- Unidades de tapial y encofrado

Las unidades de tapial deben tener las siguientes dimensiones: ancho mínimo: 0.40 m., altura máxima: 0.60 m, longitud máxima: 1.50 m y el espesor mínimo de la madera de encofrado debe ser de 20 mm, con refuerzos exteriores horizontales y verticales, para evitar deformaciones excesivas.

Artículo 14.- Fabricación de la unidad de tapial

Cada unidad de tapial se debe fabricar en capas de tierra de 0.15 m. de altura máxima, compactándolas hasta llegar a una altura de 0.10 m. aproximadamente (por cada capa), siguiendo el procedimiento siguiente:

- a) La compactación se realiza con un mazo de madera de alrededor de 10 kgf.
- b) Una vez finalizada la compactación de todas las capas que conforman la unidad de tapial, ésta se debe picar en la cara superior de la última capa (superficie endurecida) un máximo de 0.01 m (un centímetro) e inmediatamente se debe de humedecer la misma antes de empezar con el vertido de la primera capa de tierra de la siguiente unidad de tapial.
- c) Las juntas de avance de las unidades para conformar las hiladas deben realizarse inclinadas (pendiente cercana a 45° según lo indicado en el Anexo N° 5: Recomendaciones para las juntas de avance en la técnica del tapial reforzado).

Artículo 15.- Protección de las hiladas de tapial

Para proteger las hiladas de tapial, se toman las consideraciones siguientes:

- 15.1 Es necesario un secado lento para evitar la fisuración.
- 15.2 Se recomienda retirar los encofrados de cada hilada luego de siete días de haber finalizado todo el apisonado (no menor a tres días).
- 15.3 Cubrir la hilada en trabajo y la hilada anterior con paños húmedos (yute o similares) al menos por siete días adicionales.
- 15.4 Las hiladas finalizadas, deben protegerse de la exposición directa a los rayos del sol y del viento (por ejemplo, mediante castillos temporales de esteras o mantas), para un secado lento, manteniendo la humedad y evitando el agrietamiento.
- 15.5 No se debe construir en época de lluvia.

Artículo 16.- Reforzamiento

Las edificaciones de Tapial reforzado deben cumplir con lo indicado en el artículo 6 de la presente Norma.

CAPÍTULO IV CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE ADOBE REFORZADO

Artículo 17.- Condiciones de la tierra a utilizar

- 17.1 Una vez comprobada la presencia de arcilla de un suelo mediante la prueba "Cinta de barro" (ver Anexo N°1) y la prueba "Presencia de arcilla" o "Resistencia seca" (ver Anexo N°2), es necesario equilibrarla u optimizarla para que se controlen o eviten las fisuras de secado y se mejore la resistencia seca. Su resistencia debe cumplir lo indicado en los numerales 8.1 o 8.2 y 8.3 del artículo 8.
- 17.2 Con el control de fisuras mediante la adición de paja, se controla el agrietamiento del adobe y del mortero durante el secado con paja o fibras similares.
- 17.3 En ausencia de paja, para el control del agrietamiento se debe utilizar arena gruesa. Para verificar la combinación de arcilla y arena gruesa se realiza la prueba indicada en el Anexo N° 4: Prueba de "Control de fisuras" o "Dosificación suelo-arena gruesa".
- 17.4 Es importante controlar adecuadamente el contenido de humedad, para evitar o disminuir las fisuras de secado. En general, debe utilizarse la menor cantidad de agua que logre activar la arcilla existente, para alcanzar la máxima resistencia seca de los muros.
- 17.5 La cantidad de agua requerida para moldear las unidades de adobe, no debe pasar del 20% respecto al peso del contenido seco.

Artículo 18.- Calidad, preparación, formas y dimensiones del adobe

- 18.1 Debe recurrirse a las pruebas de campo para confirmar la presencia suficiente de arcilla y conocer la combinación adecuada de arcilla y arena gruesa realizando lo indicado en los Anexos N°s. 1, 2 y 4 de la presente Norma.

- 18.2 Se debe cernir la tierra antes de preparar el barro y luego someterla a un proceso de hidratación sostenida por lo menos 48 horas (Ver definición de dormido en el numeral 12 del artículo 3 de la presente Norma).
- 18.3 El secado del bloque de adobe debe ser lento, para lo cual se realiza sobre tendales protegidos del sol y del viento. Sobre el tendal (que no debe ser de pasto, ni empedrado, ni de cemento) se debe espolvorear arena fina para eliminar restricciones durante el encogimiento de secado.
- 18.4 El bloque de adobe terminado debe estar libre de materias extrañas, grietas u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.
- 18.5 El bloque de adobe puede ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros, de formas especiales, pueden tener ángulos diferentes de 90°.
- 18.6 El bloque de adobe cuadrado no debe sobrepasar los 0.40 m. de lado, por razones de peso.
- 18.7 El bloque de adobe rectangular debe tener un largo igual a dos veces su ancho.
- 18.8 La altura del bloque de adobe debe medir entre 0.08 m y 0.12 m.

Artículo 19.- Calidad, preparación y espesor del mortero.

- 19.1 Se deben remojar los bloques de adobes antes de asentarlos, durante 15 a 30 segundos.
- 19.2 La humedad del mortero no debe pasar el 20 %, para evitar el agrietamiento. La cantidad de agua es la menor posible para disminuir las probabilidades de agrietamiento.
- 19.3 La proporción entre paja cortada y tierra en volumen puede variar entre 1:1 y 1:2.
- 19.4 Si la paja es escasa, se debe usar arena gruesa. La proporción a utilizar se debe hacer de acuerdo a la prueba de campo indicada en el Anexo N° 4: Prueba de "Control de Fisuras" o "Dosificaciones suelo-arena gruesa".
- 19.5 El espesor de los morteros pueden variar de 5 mm a 20 mm. Solo para el tipo de muro indicado en el Esquema 1 de la Figura 4 puede utilizarse un espesor de 40 mm según se muestra en el aparejo correspondiente. Para muros curvos, ver numeral 7.3 del artículo 7 de la presente Norma.
- 19.6 Se debe evitar el secado violento de la albañilería mediante la protección del sol y del viento.
- 19.7 Se debe evitar que el muro se divida en dos por juntas verticales continuas, sean estas longitudinales o transversales.

Artículo 20.- Reforzamiento

Las edificaciones de adobe reforzado deben cumplir con lo indicado en el artículo 6 de la presente Norma.

CAPÍTULO V OBRAS PATRIMONIALES DE TIERRA

Artículo 21.- Consideraciones para la intervención técnica en una obra patrimonial de tierra.

Los trabajos de restauración, recuperación, rehabilitación, protección, reforzamiento y/o mejoramiento de bienes inmuebles integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación construidos con tierra, deben incluirse en un Plan de Intervención, el cual desarrolla soluciones técnicas, que cumplan con las siguientes consideraciones:

- 21.1 Garanticen la vida de los ocupantes y protejan los bienes culturales existentes en su interior.
- 21.2 Aumenten la durabilidad de la construcción tradicional aplicando tecnología moderna y diseños basados en el desempeño (refuerzos).
- 21.3 Mantengan las técnicas y los materiales tradicionales de mayor valor, hasta donde sean adecuados, destacando su valor científico e histórico.
- 21.4 Conserven la autenticidad cultural original limitando la intervención al mínimo necesario.
- 21.5 Utilicen refuerzos compatibles y reversibles para preservar los materiales originales según las condiciones climáticas y que no perjudiquen el material original durante la ocurrencia de sismos (golpeándolos, agrietándolos o deformándolos, por diferencia de dureza o rigidez).
- 21.6 Permitan trabajos de mantenimiento y conservación futura.
- 21.7 Conserven la documentación técnica sobre las intervenciones, a cargo de las entidades competentes para facilitar el acceso al archivo sobre los trabajos de intervención realizadas.

ANEXOS

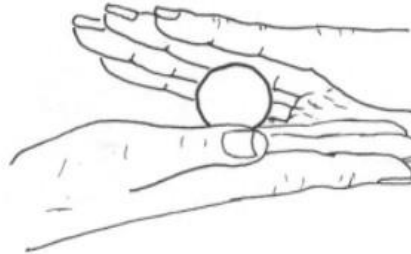
ANEXO N° 1. Prueba "Cinta de barro"

Para tener una primera evaluación de la existencia de arcilla en un suelo se puede realizar la prueba "Cinta de barro" (en un tiempo aproximado de 10 minutos).

Utilizando una muestra de barro con una humedad que permita hacer un cilindro de 12 mm de diámetro, colocado en una mano, aplanar poco a poco entre los dedos pulgar e índice, formando una cinta de 4 mm de espesor y dejándola descolgar lo más que se pueda. Si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm de longitud, el suelo es muy arcilloso. Si se corta a los 10 cm o menos, el suelo tiene poco contenido de arcilla.

ANEXO N° 2. Prueba "Presencia de arcilla" o "Resistencia seca"

- 2.1. Formar cuatro *bolitas* con tierra de la zona. Utilizar la tierra de la zona que se considera apropiada para emplearla como material de construcción y agregarle una mínima cantidad de agua para hacer cuatro bolitas (ver imagen adjunta). La cantidad de agua es la mínima necesaria para formar sobre las palmas de las manos cada una de las bolitas, sin que éstas se deformen significativamente a simple vista, al secarse.



- 2.2. Dejar secar las cuatro *bolitas*. Las cuatro bolitas deben dejarse secar por 48 horas, asegurando que no se humedezcan o mojen por lluvias, derrames de agua, etc.

- 2.3. Presionar las cuatro bolitas secas. Una vez transcurrido el tiempo de secado, se debe presionar fuertemente cada una de las bolitas con el dedo pulgar y el dedo índice de una mano (ver imagen adjunta). En caso que luego de la prueba, se quiebre, rompa o agriete al menos una sola bolita se debe volver a formar cuatro bolitas con los mismos materiales y dejando secar en las mismas condiciones anteriores.



La prueba debe ser realizada por un adulto que participe en la construcción.

- 2.4. Luego del tiempo de secado, se debe repetir la prueba. Si se vuelve a romper, quebrar o agrietar, se debe desechar la cantera de suelo donde se ha obtenido la tierra. Salvo que se mezcle con arcilla o suelo muy arcilloso. En caso, que luego de la prueba no se rompa, no se quiebre o no se agriete ninguna de las cuatro bolitas, dicha cantera puede utilizarse como material de construcción.

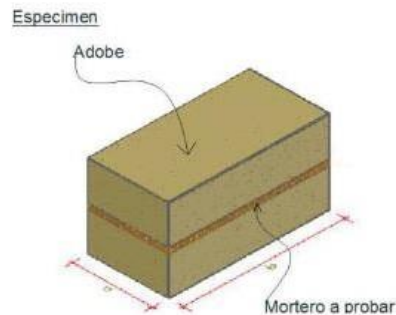
ANEXO N° 3. Prueba "Contenido de humedad" para la construcción con tapial.

- 3.1. Formar una bola con tierra de la zona del tamaño de un puño y comprimirla fuertemente. Soltarla a un suelo firme y plano desde una altura de 1.10 m.
- 3.2. Si la bola se desintegra en el piso, el suelo es demasiado seco.
- 3.3. Si la bola de tierra se rompe en 5 pedazos o más, el contenido de humedad es correcto.
- 3.4. Si la bola se aplasta sin desintegrarse, el contenido de humedad es demasiado alto.



ANEXO N° 4. Prueba de "Control de fisuras" o "Dosificación suelo - arena gruesa"

- 4.1 Se preparan especímenes de prueba (emparedados de dos adobes existentes unidos por morteros nuevos). Los morteros deben tener la mínima cantidad de agua necesaria para una mezcla trabajable.
- 4.2 En la preparación de los diferentes especímenes, el mortero va aumentando la cantidad de arena gruesa en cada muestra y la cantidad de agua necesaria, empezando por una proporción de una (01) parte de suelo y cero (0) partes de arena gruesa, es decir, una proporción 1:0.

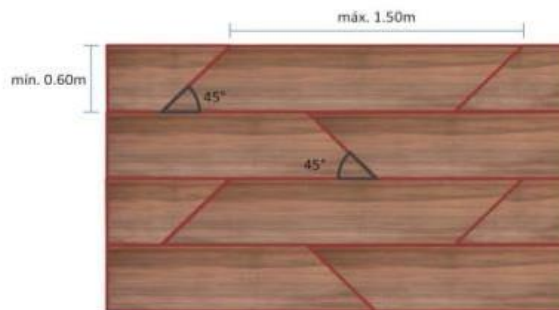


- 4.3 Para el segundo espécimen, una parte de suelo y ½ parte de arena gruesa, es decir, una proporción de 1: ½.
- 4.4 En el siguiente espécimen, una parte de suelo y otra de arena gruesa, es decir, 1: 1, y así sucesivamente hasta la proporción 1: 3.
- 4.5 Luego de secarlos por 48 horas, se abren los especímenes en el mismo orden, para observar el agrietamiento del mortero.
- 4.6 Para la albañilería de adobe, la proporción óptima es la que corresponde al espécimen que no presente fisuras visibles.
- 4.7 Si el suelo, teniendo suficiente presencia de arcilla, no muestra fisuras en ningún espécimen, significa que no requiere añadirle arena gruesa, porque ya está equilibrado.

ANEXO N° 5

RECOMENDACIONES PARA LAS JUNTAS DE AVANCE EN LA TÉCNICA DEL TAPIAL REFORZADO

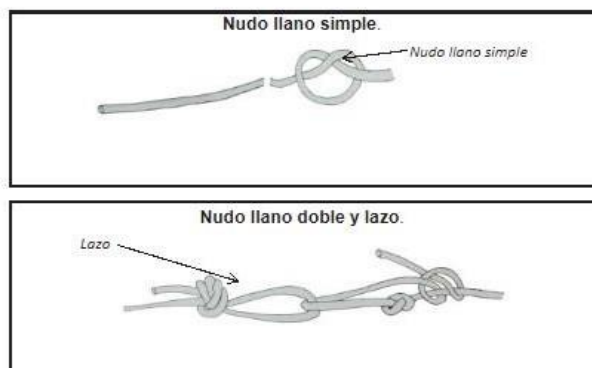
Imagen que muestra las juntas de avance, inclinadas a 45° aproximadamente. Esta solución evita el uso de la tapa terminal y adelgaza la junta de llenado por acción de la gravedad.



ANEXO N° 6

RECOMENDACIONES PARA EL AJUSTE DE LAZOS VERTICALES Y HORIZONTALES PARA LOS REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

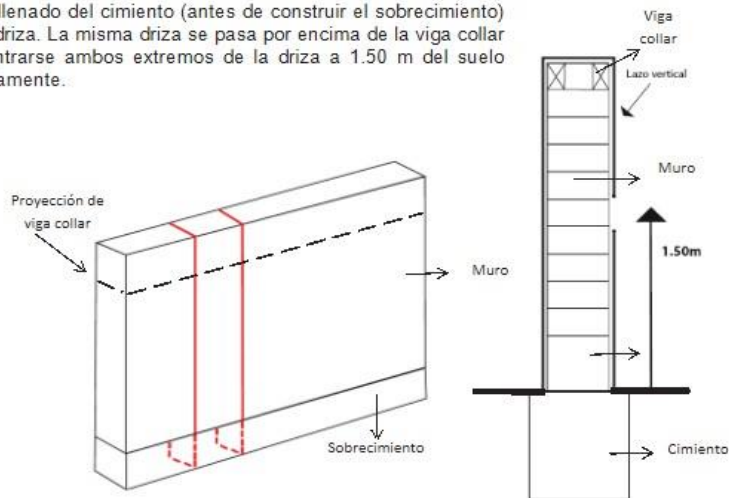
6.1 NUDOS PARA REFUERZOS



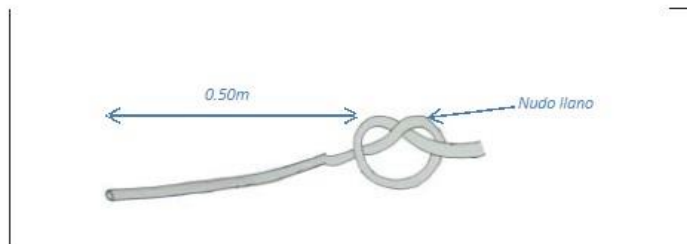
6.2 RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL AJUSTE DE LAZOS VERTICALES Y HORIZONTALES PARA LOS REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

Debe envolverse el muro mediante lazos verticales. Cada lazo vertical debe pasar por el fondo o base del sobrecimiento y sobre la viga collar. Tensar y anudar. Conviene que cada lazo vertical pase por la junta (mortero) vertical. Ambos extremos de la soga sintética se amarran.

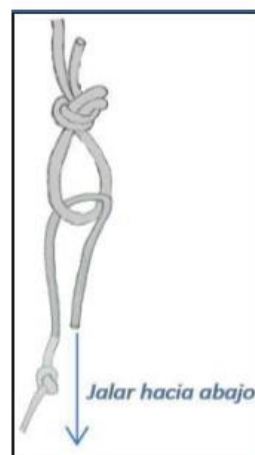
- a) Luego del llenado del cimiento (antes de construir el sobrecimiento) se deja la driza. La misma driza se pasa por encima de la viga collar para encontrarse ambos extremos de la driza a 1.50 m del suelo aproximadamente.



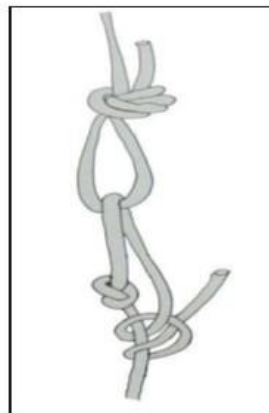
- b) Con la punta de la driza superior (que cuelga) debe hacerse una U y formar un nudo de dos cordones para crear un lazo, de la forma que se muestra en, Anexo N° 6, inciso 6.2, literal d).
- c) En la driza inferior debe hacerse un nudo llano a 0.50 m de su extremo.



- d) La driza inferior se pasa a través del lazo superior y se jala hacia abajo, ayudándose con el propio peso del operario.



- e) Mantener la tensión con la mano más hábil y con la otra mano apretar el lazo contra el muro donde la driza inferior pasa por el lazo.

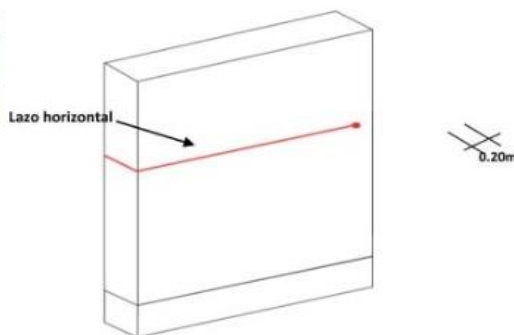


- f) Finalmente, con la mano hábil hacer tres (03) nudos llanos debajo del nudo hecho en el literal c) numeral 6.2 del Anexo N° 6, y soltar.

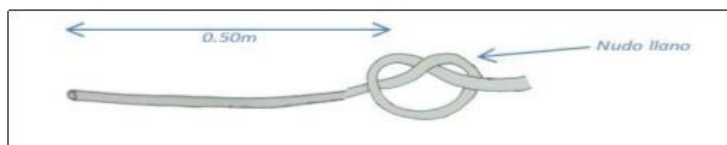
6.3 AJUSTE HORIZONTAL PARA REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

Luego de haber tensado y anudado cada una de las drizas verticales del muro, debe envolverse el mismo muro mediante lazos horizontales. Cada lazo horizontal debe pasar por un orificio realizado al muro o contrafuerte perpendicular a este. En caso que existan vanos, los lazos deben envolver el muro por los derrames de dichos vanos. Tensar y anudar ambos extremos. Cada lazo horizontal debe pasar por la mitad de cada adobe (no por la junta horizontal).

- a) La driza rodea el muro horizontalmente (para ello, en las esquinas debe perforarse el muro transversal o contrafuerte perpendicular a este con un taladro para poder pasar las drizas y hacer un lazo en uno de los extremos y acercarlo a 0.20 m a uno de los bordes (aristas) del muro.

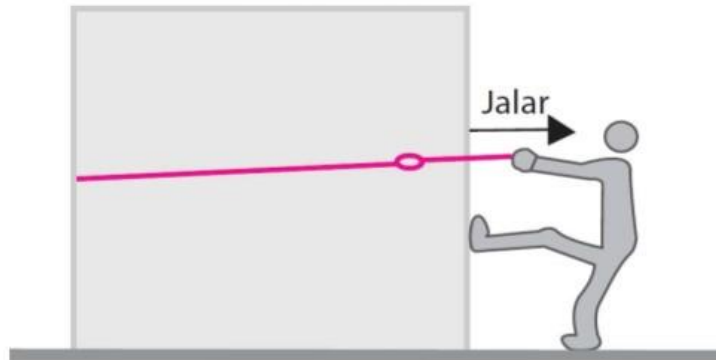


- b) Realizar en el otro extremo un nudo llano a 0.50 m de su extremo.

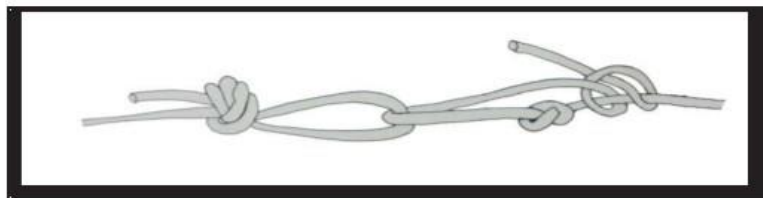


- c) Pasar la driza con nudo a través del lazo y ejercer tensión, pudiendo apoyarse con un pie en el muro.





- d) Mantener la tensión con la mano más hábil y con la otra mano apretar el lazo contra el muro donde la driza pasa por el lazo.

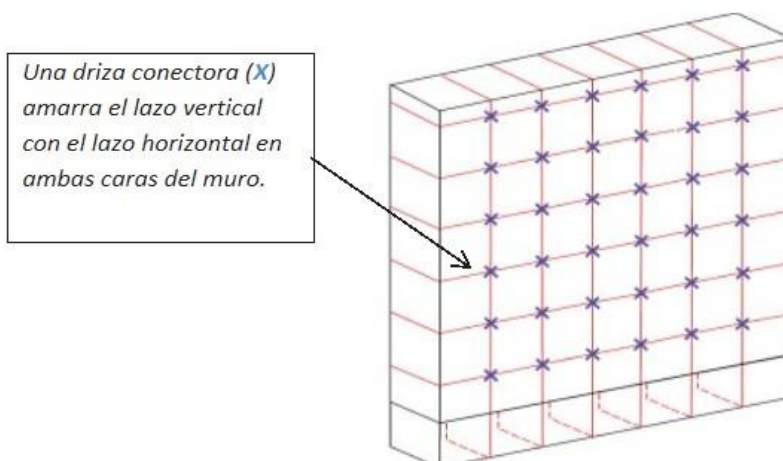


- e) Finalmente, con la mano hábil hacer tres (03) nudos llanos debajo del nudo hecho en el Anexo 6, inciso 6.3, literal c) y soltar.

6.4 AMARRE DE LAZOS VERTICALES CON LAZOS HORIZONTALES Y UNIÓN DE MALLAS.

Los lazos verticales y los lazos horizontales forman mallas en ambas caras del muro. Ambas mallas deben unirse utilizando drizas "conectoras" (que crucen el muro).

- En una cara del muro amarrar con la driza "conectora" la intersección formada por el lazo vertical con el lazo horizontal.
- Perforar el muro con un taladro para cruzar la driza "conectora" de manera que dicha driza también amarre la intersección formada por el lazo vertical con el lazo horizontal, de la otra cara del muro.
- Repetir el procedimiento con cada intersección formada por el lazo vertical con el lazo horizontal. Las mallas de cada cara del muro deben estar unidas por drizas conectoras.
- Una vez que se encuentren amarradas las mallas de ambas caras del muro, aplicar el revestimiento de barro con paja.



VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO

FE DE ERRATAS

ANEXO - RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 121-2017-VIVIENDA

Mediante Oficio N° 1587-2017/VIVIENDA-SG, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento solicita se publique Fe de Erratas del Anexo de la Resolución Ministerial N° 121-2017-VIVIENDA, publicada en Separata Especial el día 7 de abril de 2017.

NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA Y ANEXOS

Página: 7

DICE:

"Artículo 6.- Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada
(...)

Nota 2:

La expresión IV relaciona la esbeltez vertical ($\gamma_v = H/e$) con la esbeltez horizontal ($\lambda_h = L/e$), de modo que se debe cumplir la expresión: $\lambda_h + 1.25 \lambda_v \leq 17.5$.

($\frac{1}{4}$)."

DEBE DECIR:

"Artículo 6.- Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada

(...)

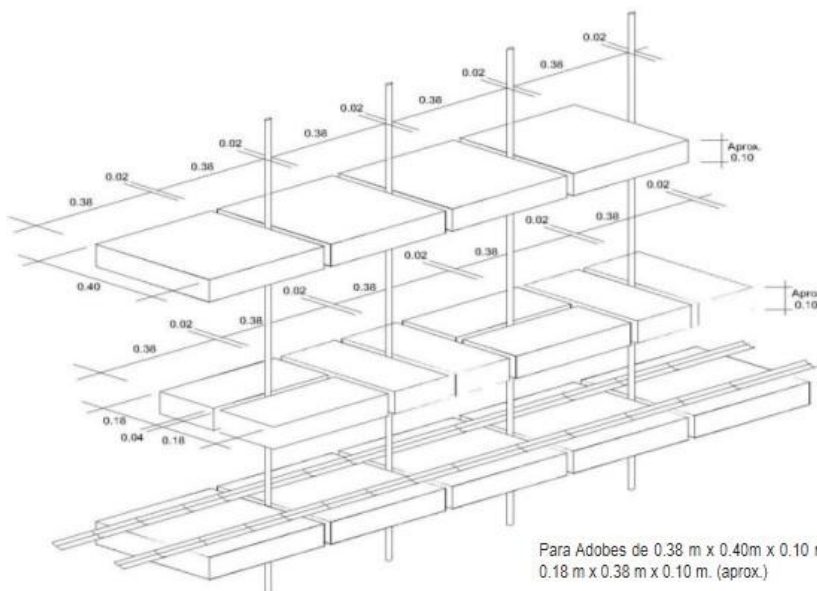
Nota 2: La expresión IV relaciona la esbeltez vertical ($\lambda_v = H/e$) con la esbeltez horizontal ($\lambda_h = L/e$), de modo que se debe cumplir la expresión: $\lambda_h + 1.25 \lambda_v \leq 17.5$.

($\frac{1}{4}$)."

Página: 10

DICE:

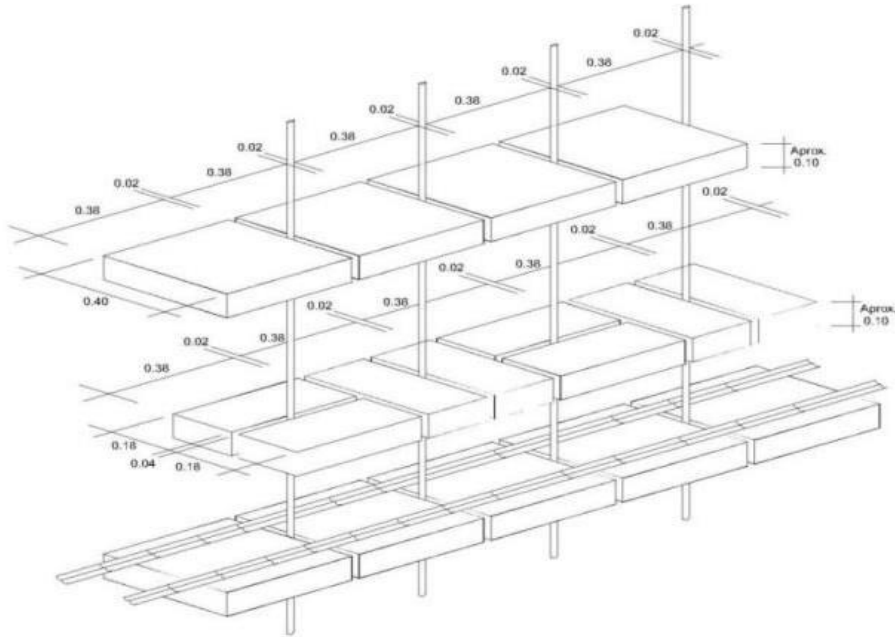
"Esquema 2



Nota: Colocar refuerzos de cañas (o similares) horizontales cada cuatro hiladas en el tercio inferior de la altura del muro (sea la edificación de 1 o 2 pisos), cada tres hiladas en el tercio central y cada dos hiladas en el tercio superior. Como máximo, cada cuatro hiladas."

DEBE DECIR:

"Esquema 2



Para Adobes de 0.38 m x 0.40 m x 0.10 m (aprox.) y de 0.18 m x 0.38 m x 0.10 m. (aprox.)

Nota: Colocar refuerzos de cañas (o similares) horizontales cada cuatro hiladas en el tercio inferior de la altura del muro (sea la edificación de 1 o 2 pisos), cada tres hiladas en el tercio central y cada dos hiladas en el tercio superior. Como máximo, cada cuatro hiladas."

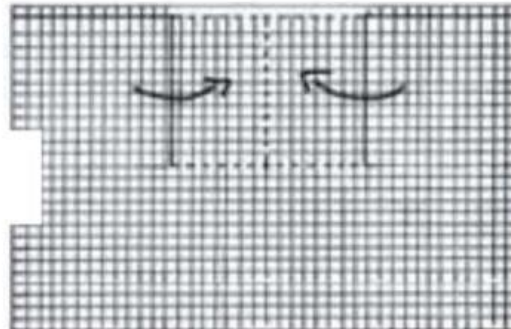
Página: 11

DICE:

"Figura 5: Esquema de colocación de refuerzo con geomalla

(1/4)

3. Cortes de mallas en ventanas o puertas.



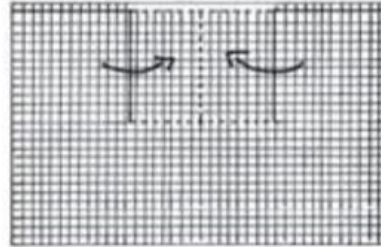
(...)."

DEBE DECIR:

“Figura 5: Esquema de colocación de refuerzo con geomalla

(...)

3. Cortes de mallas en ventanas o puertas.



(...).”

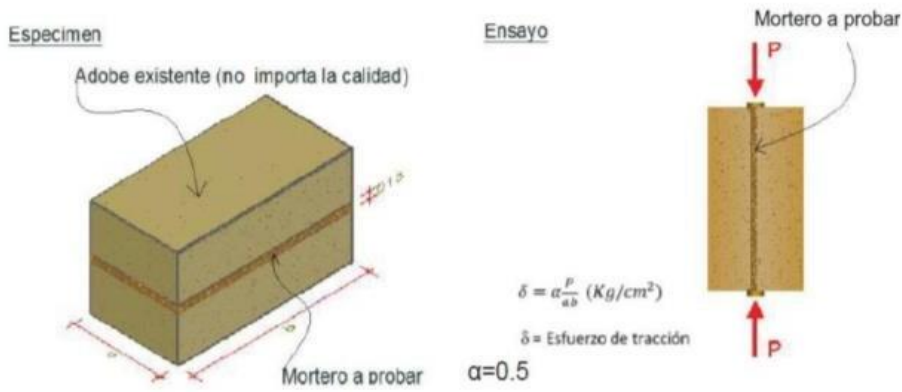
Página: 15

DICE:

“Artículo 8.- Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio.

(14)

Figura 7. Ensayo de resistencia del mortero a la tracción



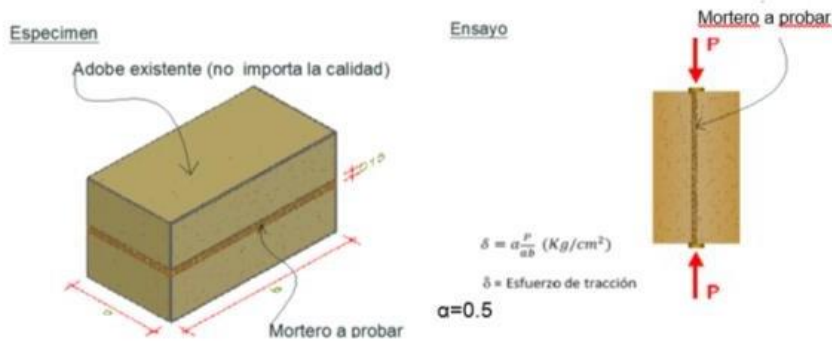
(14).”

DEBE DECIR:

“Artículo 8.- Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio.

(14)

Figura 7. Ensayo de resistencia del mortero a la tracción



Nota: Espesor de juntas horizontales = 0.015 m.”

Página: 22

DICE:

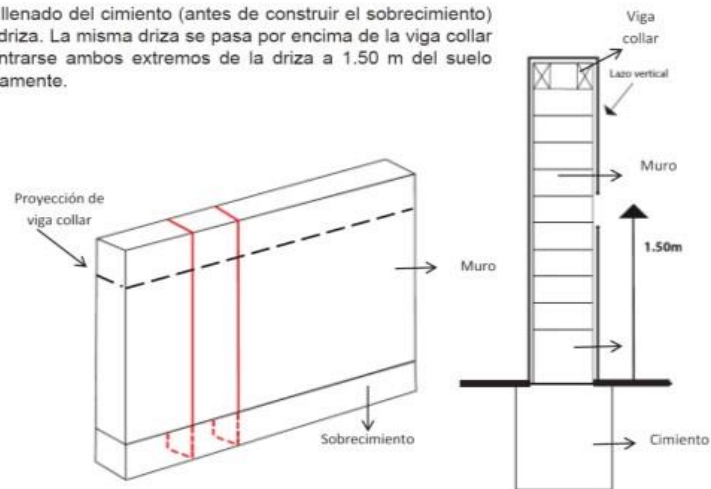
“ANEXO N° 6

(...)

6.2 RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL AJUSTE DE LAZOS VERTICALES Y HORIZONTALES PARA LOS REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

(...)

- a) Luego del llenado del cemento (antes de construir el sobrecimiento) se deja la driza. La misma driza se pasa por encima de la viga collar para encontrarse ambos extremos de la driza a 1.50 m del suelo aproximadamente.



(1/4).”

DEBE DECIR:

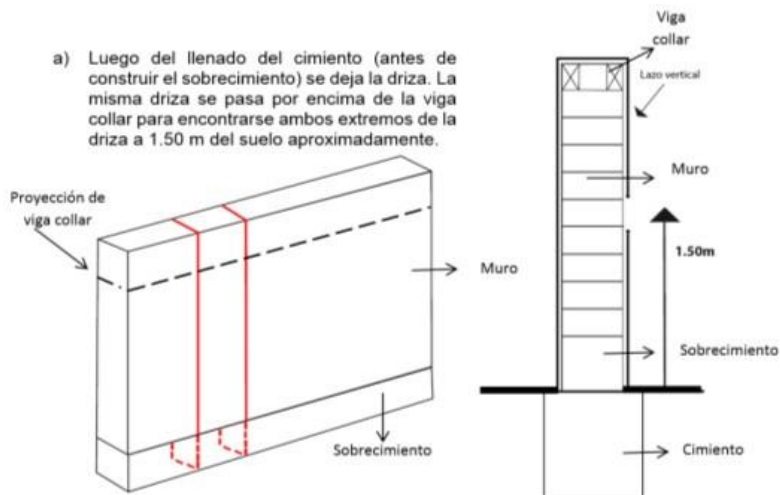
“ANEXO N° 6

(...)

6.2 RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL AJUSTE DE LAZOS VERTICALES Y HORIZONTALES PARA LOS REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

(...)

- a) Luego del llenado del cemento (antes de construir el sobrecimiento) se deja la driza. La misma driza se pasa por encima de la viga collar para encontrarse ambos extremos de la driza a 1.50 m del suelo aproximadamente.



(...).”

Página: 23

DICE:

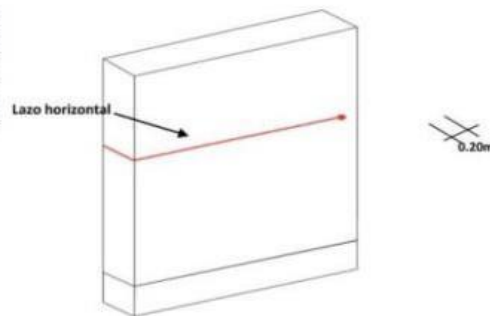
“ANEXO N° 6

(...)

6.3 AJUSTE HORIZONTAL PARA REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

(...)

- a) La driza rodea el muro horizontalmente (para ello, en las esquinas debe perforarse el muro trasversal o contrafuerte perpendicular a este con un taladro para poder pasar las drizas y hacer un lazo en unos de los extremos y acercarlo a 0.20 m a uno de los bordes (aristas) del muro.



(¼)”

DEBE DECIR:

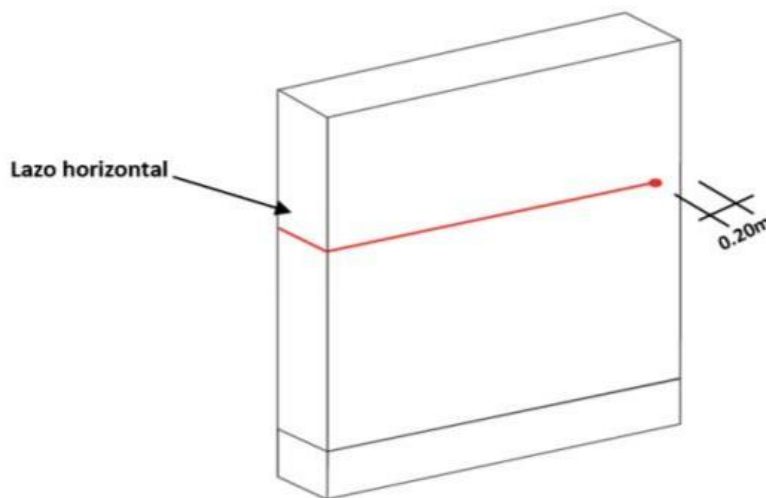
“ANEXO N° 6

(...)

6.3 AJUSTE HORIZONTAL PARA REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

(...)

- a) La driza rodea el muro horizontalmente (para ello, en las esquinas debe perforarse el muro trasversal o contrafuerte perpendicular a este con un taladro para poder pasar las drizas y hacer un lazo en unos de los extremos y acercarlo a 0.20 m a uno de los bordes (aristas) del muro.



(¼)”

1510909-1

NORMAS TÉCNICAS

ITINTEC 331.017

ORIGEN

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
INDECOPI COMISION DE REGLAMENTOS TECNICOS Y COMERCIALES

NORMA TECNICA PERUANA

PERU NORMA TECNICA NACIONAL	ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA Ladrillos de Arcilla usados en Albañilería Requisitos	ITINTEC 331.017 Octubre, 1978.
--	--	---

1. NORMAS A CONSULTAR

- ITINTEC 331.018** Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo.
ITINTEC 331.019 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Muestreo y recepción.
ITINTEC 821.003 Sistema Internacional de Unidades y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y algunas otras unidades.

2. OBJETO

2.1 La presente norma establece las definiciones, clasificación, condiciones generales y requisitos que debe cumplir el ladrillo de arcilla, usado en albañilería.

3. DEFINICIONES

3.1 Materia Prima

3.1.1 Arcilla.- Es el agregado mineral terroso o pétreo que contiene esencialmente silicatos de aluminio hidratados. La arcilla es plástica cuando está suficientemente pulverizada y saturada, es rígida cuando está seca y es vidriosa cuando se quema a temperatura del orden de 1 000 °C.

3.1.2 Esquisto arcilloso.- Es la arcilla estratificada en capas finas, sedimentadas y consolidadas, con un clivaje muy marcado paralelo a la estratificación.

3.1.3 Arcilla superficial.- Es la arcilla estratificada no consolidada que se presenta en la superficie.

3.2 Manufactura

3.2.1 Artesanal.- Es el ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. El procedimiento de moldaje exige que se use arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes dando un acabado característico al ladrillo. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad.

3.2.2 Industrial.- Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad.

3.3 Designación

Es la manera elegida para denominar el ladrillo de acuerdo a sus características.

3.3.1 El ladrillo se designará por su tipo (ver 4.0), por su sección (macizo, perforado o tubular, ver 3.4) y por sus dimensiones (ver 3.5), largo (cm) x ancho (cm) y alto (cm).

Ejemplo.- Un ladrillo sin huecos que cumple con los requisitos para "Tipo III - macizo - 24 x 14 x 10"; y si se usa de canto "Tipo III - macizo - 24 x 10 x 14".

3.4 Ladrillo

Es la unidad de albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno.

3.4.1 Ladrillo macizo.- Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente al 75% o más de área bruta de la misma sección.

3.4.2 Ladrillo perforado.- Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente a menos de 75% del área bruta de la misma sección.

3.4.3 Ladrillo tubular.- Es el ladrillo con huecos paralelos a la superficie de asiento.

3.5 Dimensiones y áreas

3.5.1 Dimensiones especificadas.- Son las dimensiones a las cuales debe conformarse el ladrillo de acuerdo a su designación.

3.5.2 Dimensiones.- Dimensiones reales que tiene el ladrillo.

3.5.3 Largo.- Es la mayor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

3.5.4 Ancho.- Es la menor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

3.5.5 Alto.- Es la dimensión perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo.

3.5.6 Area bruta.- Es el área total de la superficie de asiento, obtenida de multiplicar su largo por su ancho.

3.5.7 Area neta.- Es el área bruta menos el área de los vacíos.

4. CLASIFICACION

El ladrillo se clasificará en cinco tipos de acuerdo a sus propiedades (Ver Tabla 1 y Tabla 2).

4.1 Tipo I.- Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

4.2 Tipo II.- Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.

4.3 Tipo III.- Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general.

4.4 Tipo IV.- Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

4.5 Tipo V.- Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

5. CONDICIONES GENERALES

El ladrillo Tipo III, Tipo IV, y Tipo V deberá satisfacer las siguientes condiciones generales. Para el ladrillo Tipo I y Tipo II estas condiciones se consideran como recomendaciones.

5.1 El ladrillo no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

5.2 El ladrillo estará bien cocido, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeado con un martillo u objeto similar producirá un sonido metálico.

5.3 El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad y/o resistencia.

5.4 El ladrillo no tendrá excesiva porosidad, ni tendrá manchas o vetas blanquesinas de origen salitroso o de otro tipo.

6. REQUISITOS

6.1 Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad.- El ladrillo ensayado mediante los procedimientos descritos en la Norma ITINTEC 331.018 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo, deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1.- REQUISITOS OBLIGATORIOS: Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad.

TIPO	VARIACION DE LA DIMENSION (1) (máx. en %)			ALABEO (2) (máx. en mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (mínima daN/cm ²)	DENSIDAD (mínimo en g/cm ³)
	NORMA TECNICA NACIONAL ITINTEC 331.018					
	Hasta 10 cm	Hasta 15 cm	Más de 15 cm			
I Alternativamente	± 8	± 6	± 4	10	Sin limite	1,50
					60	Sin limite
II Alternativamente	± 7	± 6	± 4	8	Sin limite	1,60
					70	1,55
III	± 5	± 4	± 3	6	95	1,60
IV	± 4	± 3	± 2	4	130	1,65
V	± 3	± 2	± 1	2	180	1,70

NOTA 1.- La variación de la dimensión se aplica para todas y cada una de las dimensiones del ladrillo y está referida a la dimensiones especificadas.

NOTA 2.- El alabeo se aplica para concavidad o convexidad.

6.2 Absorción y coeficiente de saturación.- El ladrillo ensayado mediante el procedimiento descrito en la Norma ITINTEC 331.018 Elementos de Arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo, deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 2.

TABLA 2.- REQUISITOS COMPLEMENTARIOS: Absorción y coeficiente de saturación.

TIPO	ABSORCION (máx. en %)	COEFICIENTE DE SATURACION (máximo) (2)
I	Sin Límite	Sin Límite
II	Sin Límite	Sin Límite
III	25	0,90
IV	22	0,88
V	22	0,88

NOTA 1.- El ensayo de absorción máxima sólo es exigible cuando el ladrillo estará en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.

NOTA 2.- El ensayo de coeficiente de saturación sólo es exigible para condición de intemperismo severo.

6.3 Durabilidad.- La tabla 3 indica el tipo de ladrillo a emplearse según la condición de uso y la condición de intemperismo a que se encontrará sometida la construcción de albañilería.

TABLA 3.- Tipo de ladrillo en función de condiciones de uso e intemperismo.

CONDICION DE USO	CONDICION DE INTEMPERISMO		
	BAJO	MODERADO	SEVERO
Para superficies que no están en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.	Cualquier Tipo	Tipos II, III, IV y V.	Tipos IV y V.
Para superficies en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.	Tipos III, IV y V.	Tipos IV y V.	Ningún tipo.

NOTA 1.- La condición de intemperismo está asociada al índice de degradación. Este tiene un valor de 99 para las regiones de degradación baja, de 100 a 499 para las regiones de degradación moderada y de 500 o más para las regiones de degradación severa.

NOTA 2.- La definición de índice de degradación se incluye en el apéndice A.

ANTECEDENTES

* Proyecto de investigación 3120

“Investigación del ladrillo de arcilla fabricado en el Perú para la elaboración de la Norma Técnica Nacional”.

* Proyecto de Norma Técnica, resultado de la Investigación.

* Normas Extranjeras ASTM (EE UU), ISO (Internacional), NF (Francesa), INDITECNOR (Chilena), INEN (Ecuatoriana), IRAM (Argentina), ABNT (Brasilera), UNIT (Uruguay), ICONTEC (Colombiana), BSI (Inglesa), SABS (Sud Africana).

APENDICE "A"

PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA EN RELACION A SU UTILIZACION EN ALBAÑILERIA

Para la elaboración de la NORMA TECNICA NACIONAL PARA EL LADRILLO DE ARCILLA EN ALBAÑILERIA se ha tenido en cuenta, principalmente, aquellos requisitos del ladrillo que afectan el comportamiento, la calidad y las propiedades de las construcciones de albañilería. En este contexto es imprescindible tener en cuenta que si bien existe relación entre las propiedades del ladrillo y las de la albañilería, estas propiedades en ningún modo son idénticas, ya que se trata, en realidad, de dos materiales distintos.

Consecuentemente, se ha considerado necesario incluir en este Apéndice "A" una explicación sucinta acerca de la relación entre las propiedades de ambos materiales; en particular se analiza aquellas propiedades materia de la Norma, pero también se evalúan aquellas otras que, aunque no están normadas, pueden influir en la calidad de la albañilería y que por lo tanto, deberán formar parte de las especificaciones de construcción.

Los criterios que permitieron definir los requisitos y ensayos que debían incluirse en la norma y aquellos que podían quedar sólo como recomendación, se establecieron en base a los resultados de la investigación y ensayo de ladrillos típicos producidos en 31 ladrilleras representativas ubicadas en 14 departamentos del Perú.

Adicionalmente, se consideró necesario incluir en la norma sólo aquellas propiedades y ensayos, cuya medición es compatible con los recursos técnicos o facilidades de laboratorio con que se cuenta en las diferentes localidades del país. Esta decisión se refleja en los requisitos de clasificación para cada tipo.

A.1 GEOMETRIA: VARIACION DE DIMENSIONES O ALABEO.

En términos generales ningún ladrillo conforma perfectamente con sus dimensiones especificadas. Existen diferencias de largo, de ancho y alto, así como deformaciones de la superficie asimilables a concavidades o convexidades. El efecto de estas imperfecciones geométricas en la construcción de albañilería se manifiesta en la necesidad de hacer juntas de mortero mayores que las convenientes. A mayores imperfecciones mayores espesores de juntas.

El mortero cumple en la albañilería dos funciones, la primera es separar los ladrillos de modo tal de absorber las irregularidades de estos y, la segunda, es pegar los ladrillos de modo tal que la albañilería no sea un conjunto de piezas sueltas, sino un todo. Para la albañilería de buena calidad se estima que un espesor de juntas de 10 mm a 12 mm es adecuado y suficiente. Cuando las imperfecciones del ladrillo exceden los valores indicados para el Tipo IV el espesor de la junta tiene que ser necesariamente mayor de 12 mm. Se considera que la resistencia de la albañilería disminuye aproximadamente en 15% por cada incremento de 3 mm el espesor de la junta de mortero.

En resumen, las imperfecciones geométricas del ladrillo inciden en la resistencia de la albañilería. A más y mayores imperfecciones menor resistencia de la albañilería.

Adicionalmente, resulta obvio que el aspecto de la albañilería se deteriora con imperfecciones crecientes en el ladrillo.

A.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION.

La resistencia a la compresión de la albañilería ($f'm$) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro. Los principales componentes de la resistencia a la compresión de la albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo ($f'b$), la perfección geométrica del ladrillo, la calidad de mortero empleado para el asentado de ladrillo y la calidad de mano de obra empleada.

De todos los componentes anteriormente citados, los pertinentes a una norma de ladrillo son la resistencia a la compresión y la geometría del ladrillo. En el acápite 1 de este Apéndice "A" se ha explicado la influencia de la perfección geométrica del ladrillo, queda por precisar la relación de la resistencia a la compresión del ladrillo con la de la albañilería.

Se estima que la resistencia a la compresión de la albañilería, representada por la prueba a rotura de un prisma normalizado, es del 25% al 50% de la resistencia a la compresión del ladrillo. Los valores más bajos (25%) corresponden a condiciones de construcción y calidad de mortero bajas y los más altos (50%) representan el límite superior de la albañilería obtenible con un determinado ladrillo en condiciones óptimas.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que la forma de falla a compresión es diferente en la prueba del prisma de albañilería que en la prueba del ladrillo. En el primer caso la falla ocurre por una combinación de compresión axial y tracción lateral (causada por el escurrimiento del mortero de las juntas), mientras que en la prueba del ladrillo la falla ocurre por aplastamiento o corte.

Finalmente, para mantener la coherencia de la clasificación la Norma relaciona, para cada Tipo de ladrillo, la resistencia a la compresión con la perfección geométrica y con las otras propiedades exigibles. De este modo se asegura la normalización de un ladrillo que puede ser empleado en diseños más exigentes y en construcciones con un mejor control, en otras palabras con más eficiencia y economía.

A.3 DENSIDAD.

A partir de ensayos realizados se ha establecido que existe una relación estrecha entre la densidad del ladrillo y sus otras propiedades. A mayor densidad mejores propiedades de resistencia y de perfección geométrica.

Consecuentemente, se ha decidido emplear en la Norma el valor de la densidad como un criterio que permite de una manera simple, mediante ensayos fáciles de efectuar prácticamente en cualquier lugar, evaluar la calidad de ladrillo con que se cuenta.

A.4 MODULO DE RUPTURA.

Se ha dicho que la propiedad característica de la albañilería es su resistencia a la compresión. Cuando un prisma de albañilería es sometido a una carga de compresión la primera falla ocurre al rajarse verticalmente los ladrillos, como consecuencia de la tracción lateral ocasionada por la tendencia del mortero a fluir lateralmente y escapar de entre los mismos. Consecuentemente, al aumentar la resistencia a la tracción del ladrillo se aumenta también la resistencia a la compresión de la albañilería.

El módulo de ruptura es una medida aproximada de la resistencia a la tracción del ladrillo.

Esta propiedad no ha sido considerada como requisito para la clasificación del ladrillo en virtud de haberse establecido que su valor está relacionado con la resistencia a la compresión y en razón de que la información cuantitativa que ella proporciona acerca de la albañilería no puede establecerse.

Sin embargo, se recomienda la medición del módulo de ruptura cuando se trata de ladrillos tipo IV y tipo V ya que permitirá una mejor selección del ladrillo que se propone emplear.

A manera de referencia se indica a continuación el valor mínimo aproximado obtenible para cada tipo de ladrillo:

TIPO	MODULO DE RUPTURA (daN/cm²)
I	6
II	7
III	8
IV	9
V	10

A.5 ABSORCION MAXIMA.

La absorción máxima del ladrillo es considerada como una medida de su impermeabilidad. Los valores indicados como máximos en la Norma se aplican a condiciones de uso en que se requiera utilizar el ladrillo en contacto constante con agua o con el terreno, sin recubrimiento protector.

Tal es el caso de cisternas, jardineras y albañilería de ladrillo visto en zonas muy lluviosas.

A.6 COEFICIENTE DE SATURACION.

El coeficiente de saturación es considerado como una medida de la durabilidad del ladrillo cuando se encuentra sometido a la acción de la intemperie.

El coeficiente de saturación es la relación que existe entre la absorción del ladrillo (cuando se le sumerge en agua un número de horas determinado) y la absorción máxima de ladrillo (medida luego de 5 horas de ebullición). A mayor coeficiente de saturación, mayor será la cantidad de agua que absorbe rápidamente el ladrillo y consecuentemente inferior su resistencia a la intemperie. Así un ladrillo con un coeficiente de saturación menor de 0,8 es poco absorbente y es utilizable para cualquier clima o condición de intemperismo, y un ladrillo con un coeficiente de saturación de 1 es muy absorbente y sólo es utilizable cuando se protege de la intemperie mediante recubrimiento adecuado.

Este criterio de resistencia al intemperismo ha sido incorporado en la Norma para asegurar la adecuada durabilidad de la construcción de albañilería cuando existen condiciones de uso e intemperismo particularmente exigentes.

A.7 INDICE DE DEGRADACION.

El efecto de la exposición a la intemperie en los ladrillos tiene que ver con el "índice de degradación" que equivale al producto de la cifra del promedio anual de días de ciclo de congelamiento y el promedio anual de precipitación invernal (en pulgadas), definidos de la siguiente forma:

Un día de ciclo de congelamiento es cualquier día en el cual la temperatura del aire pasa por encima o por debajo de 0°C. El número promedio de días de ciclo de congelamiento en un año puede ser considerado como igual a la diferencia entre el número medio de días durante los cuales la temperatura máxima fue de 0°C o menos.

La precipitación invernal es la suma, en pulgadas de la precipitación media mensual corregida que ocurre durante el período entre la primera helada temprana en el otoño y la fecha normal de la última helada temprana de la primavera. La precipitación invernal para cualquier período es igual a la precipitación total menos un décimo de la caída total de nieve, hielo o granizo. La precipitación para cualquier porción del mes se obtiene haciendo el prorrateo.

La región de degradación severa tiene un índice de degradación de 500 ó más. La región de degradación moderada tiene un índice de degradación de 100 ó 499. La región de degradación insignificante tiene índices de degradación de 99 ó menos.

Para evaluar las condiciones de intemperismo se seleccionaron las ciudades de Huancavelica y Puno y se utilizó la información disponible del SENAMHI de los últimos 5 años. Para estas ciudades se obtuvo un índice de degradación de 210 y 250 respectivamente, concluyéndose que en el país las áreas urbanas no se presentan en zonas con intemperismo severo. Sin embargo se ha dejado abierta en la Norma la posibilidad de que se requiera edificar en zonas con intemperismo severo empleando ladrillo.

A.8 SUCCION.

Está demostrado que con ladrillos que tienen una succión excesiva no se logra, usando métodos ordinarios de construcción, uniones adecuadas entre el mortero y el ladrillo. El mortero, debido a la rápida pérdida de parte del agua que es absorbida por el ladrillo, se deforma y endurece no logrando un contacto completo e íntimo con la cara del siguiente ladrillo. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua.

Se considera que para succiones mayores de 20 gramos por minuto en un área de 200 cm² es requisito indispensable que los ladrillos se saturen antes de su uso.

De las pruebas realizadas se ha obtenido los siguientes valores según los tipos de ladrillo:

TIPO	MODULO DE RUPTURA (daN/cm ²)
I	61
II	66
III	53
IV	No se obtuvo valores
V	38

Al obtenerse valores de succión promedio sustancialmente mayores que el límite indicado, se concluye que es indispensable que todo el ladrillo de arcilla se sature con agua inmediatamente antes de asentarlo, la forma de efectuar esta operación dependerá de la retentividad del mortero a emplearse.

Esta propiedad no está normada como requisito ya que todo el ladrillo investigado excede el límite; sin embargo se incluye la prueba de succión para aquellos ladrillos de arcilla que eventualmente puedan no requerir el tratamiento de saturado con agua.

A.9 EFLORESCENCIA.

En el contexto de la Norma, la eflorescencia es una medida del afloramiento y cristalización de las sales solubles contenidas en el ladrillo cuando éste es humedecido. La objeción principal a la eflorescencia es su efecto sobre la apariencia de la albañilería; sin embargo puede ocurrir si las sales que se cristalizan se encuentran en cantidad importante que la presión que estos cristales ejerzan al crecer causen rajaduras y disgregación de la albañilería. Esta posibilidad debe analizarse en el caso en que la muestra sometida al ensayo sea calificada como "eflorescida".

No obstante que esta propiedad no está normada como requisito se recomienda realizarla en los casos en que se trate de acabados de ladrillo visto o cuando la albañilería se encontrará sometida a humedad intensa y constante.

APENDICE "B"

EQUIVALENCIAS DE UNIDADES SI CON UNIDADES TRADICIONALES

Teniendo en cuenta que las unidades empleadas en la presente Norma están conforme con la Norma Técnica ITINTEC 821.003 "Sistema Internacional de unidades y recomendaciones par el uso de sus múltiplos y algunas otras unidades" cuyo uso no esta generalizado por la existencia de unidades empleadas tradicionalmente en documentos de estudio y equipos, se hace necesario la inclusión de la tabla de equivalencias siguiente:

EQUIVALENCIAS DE UNIDADES SI CON UNIDADES TRADICIONALES

Unidades SI	Otras Unidades del SI	Unidades Tradicionales
Pa (pascal) *	1 Pa = 1 N/m ²	0,10 kgf/m ²
N (newton) *	1 N = 1 kg m/s ²	0,10 kgf
100 Pa	1 N/dm ²	0,10 kgf/dm ²
10 000 Pa	1 N/cm ²	0,10 kgf/cm ²
1 000 000 Pa	1 daN/cm ² = 10 N/cm ²	
1 MPa	1 000 000 Pa	1 kgf/cm ²
1 MPa	100 N/cm ²	10 kgf/cm ²
0,1 MPa	10 N/cm ²	1 kgf/cm ²

* Unidades Derivadas SI aprobadas