

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia del adobe cuyas unidades han sido reforzadas
al 2% con fibra de maguey-centro poblado de Pongor
Huaraz.**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Rodríguez Cerna, John Edwin

Asesor

Solar Jara, Miguel

Huaraz – Perú

2019

PALABRAS CLAVE- KEYWORDS:

Tema Resistencia de Adobe.

Adobe of Resistance.

Especialidad Albañilería

Building

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Línea de investigación : Construcción y Gestión de edificación

Área : Ingeniería y Tecnología

Sub-área : Ingeniería Civil

Disciplina : Ingeniería Civil

Sub línea o campo de acción : Materiales para la construcción

TÍTULO:

Resistencia de adobe reforzado cuyas unidades han sido reforzadas al 2% con fibra de maguey-centro poblado de Pongor Huaraz.

RESUMEN:

El tema de investigación de la presente tesis está referido a comparar la resistencia a compresión del adobe reforzado con fibras de maguey al 2%, dicha comparación se llevó a cabo teniendo como patrón el adobe normal o clásico utilizado en el Centro Poblado de Pongor así mismo se realizó una contrastación con lo estipulado en la Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Para realizar dichas comparaciones se ha elaborado especímenes de adobe con la dosificación indicada anteriormente de fibra de maguey.

Así mismo se ha elaborado especímenes patrones los cuales contienen las mismas especificaciones técnicas que los adobes normales o clásicos que se utilizan para la construcción de viviendas en el Centro Poblado de Pongor, que es el punto de partida de la presente investigación.

Se ha realizado el estudio de Mecánica de Suelos con la finalidad de determinar el tipo de suelo y si cumple con los parámetros que establece la Norma para la fabricación de adobes.

Para lograr los objetivos trazados se realizaron los siguientes ensayos en laboratorio:

El ensayo de Resistencia a la compresión de la unidad, ensayo de Resistencia de compresión axial, ensayo de compresión diagonal tanto de los especímenes patrones como los adobes reforzados con fibra de maguey.

Luego de realizar los diversos ensayos verificamos que el adobe reforzado con la fibra de maguey al 2% en peso cumple con los estándares establecidos en la Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones así mismo el adobe reforzado con fibra de maguey al 2% en peso presenta mejor comportamiento con respecto al adobe patrón por poseer una capacidad de carga mayor y a la vez por ofrecer mayor resistencia en cuanto a la deformación.

ABSTRACT:

The research topic of the present thesis is to compare the compressive strength of the reinforced adobe with 2% maguey fibers, this comparison was carried out having as standard the normal or classic adobe used in the Pongor Town Center as well a comparison was made with the provisions of the Standard E.080 of the National Building Regulations.

To make such comparisons, adobe specimens have been prepared with the above indicated maguey fiber dosage.

Likewise, standard specimens have been developed which contain the same technical specifications as the normal or classic adobes used for the construction of houses in the Pongor Town Center, which is the starting point of the present investigation.

The study of soil mechanics has been carried out with the purpose of determining the type of soil and if it complies with the parameters established by the Standard for the manufacture of adobe.

To achieve the objectives outlined, the following laboratory tests were performed:

The test of Resistance to the compression of the unit, test of Resistance of axial compression, test of diagonal compression of both the standard specimens and the adobes reinforced with fiber of maguey.

After performing the various tests, we verified that the adobe reinforced with the 2% by weight fiber of maguey complies with the standards established in the E.080 Standard of the National Building Regulations and also the adobe reinforced with 2% maguey fiber in weight has a better behavior with respect to the standard adobe because it has a greater load capacity and at the same time to offer greater resistance in the deformation.

INDICE

PALABRAS CLAVE- KEYWORDS:	i
LÍNEA DE INVESTIGACION:	i
TÍTULO:	ii
RESUMEN:	iii
ABSTRACT:.....	iv
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA DEL TRABAJO	38
RESULTADOS.....	49
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	60
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES.....	64
AGRADECIMIENTOS	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	68

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla N°1.- Resistencia Promedio de los Bloques de Adobe.....	10
Tabla N°2.- Clasificación Del Suelo Del Lugar De Estudio.....	49
Tabla N°3.- Contenido de Humedad ASTM D-2216-7.....	51
Tabla N°4.- Limite Liquido.....	51
Tabla N°5.- Resultado del Ensayo de Compresión de Cubos de Cubos Sin Reforzamiento de fibra De Maguey.....	54
Tabla N°6.- Resultado del Ensayo de Compresión de Cubos con Reforzamiento de Fibra de Maguey.....	55
Tabla N°7.- Resultado del Ensayo de Compresión axial de pilas patrón sin Reforzamiento.....	56
Tabla N°8.- Resultado del Ensayo de Compresión axial de Pilas con Reforzamiento de 2% de Fibra de Maguey.....	57
Tabla N°9.- Resultado del Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes sin Reforzamiento.....	58
Tabla N°10.- Resultado del Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes con Reforzamiento.....	59

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Tipos de Moldes para Elaborar Adobes.....	13
Gráfico 2. Control de Calidad de los Adobes.....	14
Gráfico 3. Límites de Atterberg.....	20
Gráfico 4. Carta de Plasticidad Para Clasificación de Suelos de Partículas Finas..	24
Gráfico 5. Longitud Máxima de Muros de Adobe.....	27
Gráfico 6. Altura Máxima del Muro de Adobe.....	27
Gráfico 7. Hilada Clásica de Muros de Adobe.....	28
Gráfico 8. Refuerzos en Muros de Adobe.....	29
Gráfico 9. Ubicación de viga solera en construcciones con Adobes.....	30
Gráfico 10. Comportamiento Sísmico de Muros de Adobe.....	31
Gráfico 11. Resistencia a la Compresión de la Albañilería.....	34
Gráfico 12. Resistencia al Corte de la Albañilería.....	35
Gráfico 13. Diseño de Unidades de Adobe.....	39
Gráfico 14. Diseño de Pilas de Adobe.....	39
Gráfico 15. Diseño de Muretes de Adobe.....	40
Gráfico 16. Curva Granulométrica.....	50
Gráfico 17. Contenido de Humedad a 25 Golpes	46
Gráfico 18. Diagrama de Holtz y Kovack.....	47

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación, se intenta resolver el problema generado por la inseguridad ante un posible evento sísmico de las viviendas hechas con adobes de tierra en el Centro Poblado de Pongor –Huaraz, por ello se propone adicionar fibras de maguey al 2% en peso en la elaboración de adobes de tierra, la fibra de maguey se propone por ser un material renovable y propio de la zona que además ofrece una alta resistencia a la tensión.

Una fuente importante son los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) indica que según XI de Población y VI Censo de Vivienda del año 2009 la región Ancash cuenta con casas hechas con adobe en un porcentaje de 57.4%, la Ciudad de Huaraz- Distrito con 609 viviendas.

El problema fundamental es el desconocimiento por parte de la población del Centro Poblado de Pongor – Huaraz del peligro que ofrece dicha vivienda ante un evento sísmico al margen de que existe antecedente sísmico ocurrido en el año de 1970, actualmente existe un mutis por parte de las autoridades en lo que respecta a la sensibilización del riesgo existente.

Después de lo ocurrido el sismo del año de 1970 se inició una campaña de sensibilización a la población en su conjunto Así mismo se da mayor incidencia en las investigaciones en lo que respecta el adobe y las casas de adobe muchas de esas investigaciones recomiendan el uso de materiales ya se orgánicos e inorgánicos entre ello tenemos: el cemento, cal, fibras vegetales etc. En algunos casos para poder estabilizar, mejorar las propiedades del adobe como la contracción o flexión, contribuyendo al mejoramiento de las propiedades del adobe.

La presente investigación titulada “Resistencia de Adobe Reforzado cuyas unidades han sido Reforzadas al 2% con fibra de Maguey - Centro Poblado de Pongor - Huaraz.” Propone una alternativa el de fibras de maguey para la elaboración de adobes la cual es un recurso propio de la zona.

Entre los antecedentes considerados para la fundamentación y lineamientos de investigación tenemos a:

Los ingenieros **Roux, G., y Espuna, M (2012)**, en su libro de investigación titulado: “Bloques de Tierra Comprimida Adicionados con fibras naturales” dada en la Universidad Autónoma de Tamaulipas; llegando así a la siguiente conclusión:

- a) El mejor porcentaje de fibra de coco, para refuerzo del bloque de tierra comprimida, es el 1%.
- b) Porcentajes de fibra de coco mayores al 1% afectan la Resistencia a la compresión.
- c) La fibra de coco hace más poroso el material y esto le perjudica en zonas húmedas como aquella donde se ha realizado el experimento.
- d) Es necesario contrarrestar las cargas de viento. Sería recomendable realizar contrafuertes o refuerzos estructurales a los muros o incrementar el espesor del mismo como mínimo hasta 30 centímetros.
- e) La utilización de fibra de coco no produce ningún tipo de hongo una vez incorporada al bloque y mezclada con el cemento como estabilizador.
- f) El refuerzo de fibra de coco sólo produce mejoras en el incremento de la resistencia a flexión. Si tenemos en cuenta que los bloques de tierra comprimida sin fibra superan la resistencia a flexión exigida para la función que van a realizar, no se considera necesario la incorporación de fibra de coco al bloque de tierra comprimida.
- g) Los resultados obtenidos con los bloques de tierra comprimida fabricados con prensa hidráulica son mucho mejores que los obtenidos con los bloques de tierra comprimida fabricados con prensa manual.
- h) El uso de BTC en zonas húmedas deberá realizarse mediante la protección de un zócalo de un material impermeable y de cornisas o vuelos amplios para impedir la acción del agua sobre los muros.
- i) Para evitar el desprendimiento de los aplanados con arcillas, se recomienda la utilización de materiales estabilizantes para la arcilla, se sugiere la cal, para propiciar una mayor adherencia del mortero de aplanado o revoque a los tabiques.

Contreras. (2012), cuyo tema de Investigación es “Guía de Construcción Antisísmica para Albañilería de Adobe” en esta Investigación se pudo concluir:

La construcción en albañilería con adobes de la forma tradicional, es decir, sin elementos de refuerzo representa un riesgo para los usuarios, principalmente si existe conciencia que nuestro país está ubicado en una zona altamente propensa a movimientos sísmicos de gran intensidad. Estudios post terremoto de febrero del 2010 muestran una visión clara de lo propenso que son las construcciones en adobe ejecutadas sin el cuidado necesario para enfrentar un sismo. Por otra parte, el adobe representa una solución óptima en materia de costo beneficio, debido a que la materia prima para su fabricación es la tierra del mismo suelo.

Por esta sencilla razón es que en zonas rurales gran parte de las comunidades de más bajos recursos recurren al adobe como material de construcción y muchas veces bajo el concepto de autoconstrucción. Sin embargo, los maestros albañiles en adobe carecen de información con respecto a las nuevas técnicas que permiten dotar a las construcciones de mejor estabilidad sísmica.

La introducción de materiales modernos de rápida ejecución, en especial aquellos prefabricados como los paneles auto soportantes, han dejado a la construcción en adobe en un plano de menor prestigio, siendo muchas veces asociado su uso a viviendas para gente pobre.

Sin embargo, estos materiales muchas veces son difíciles de adquirir en zonas alejadas a los centros urbanos, elevando los costos de construcción por concepto de transporte. Por otra parte, el adobe es un material que entrega mejor confort al interior de la vivienda, debido a que entrega mayor aislación térmica a los muros perimetrales, esto se debe principalmente a la gran masa que contienen los muros

Incrementando la capacidad de acumular energía calórica que después es devuelta al interior de la vivienda y por el contrario mantiene un ambiente menos caluroso al interior durante el día en verano.

Una buena planta de arquitectura asegura la estabilidad de la vivienda, y la incorporación de refuerzos internos hace que los muros puedan resistir la oscilación

en el muro ocasionada por un sismo intenso.

La incorporación de pilastras y contrafuertes es necesaria para evitar el volcamiento de los muros.

La viga collar amarra todos los muros, lo que confiere una mejor respuesta a las fuerzas horizontales del movimiento sísmico. Los revoques adecuados que se integren bien a los muros, impiden la acción nociva de la humedad en el interior del muro, así también se hace necesario un buen aislamiento de la humedad del suelo que desgasta la base del muro mermando su estabilidad. La mantención de los revoques adquiere un papel importante, porque la humedad hace que la arcilla presente en los adobes se expanda, provocando desprendimientos, sin embargo, incorporando a la mezcla de tierra estabilizadores que disminuyan el aumento de volumen, como por ejemplo, asfalto, cal, o cemento, se logra mejorar esta situación.

En cuanto a la techumbre, por su naturaleza y peso propio tiene un movimiento distinto al muro en caso de sismo, por lo que es aconsejable que se ejecute con apoyos aislados de los muros de adobe.

Un caso muy especial es aquel relacionado con la construcción de cúpulas y bóvedas, las cuales requieren de un estudio más complejo con apoyo y supervisión de profesionales de la construcción.

Actualmente se puede encontrar detalles y especificaciones acerca la construcción de cúpulas y bóvedas de adobes con refuerzo sísmico, las cuales han entregado buenos resultados en pruebas de laboratorio y en situ, estas construcciones tienen un valor estético mayor, por lo que son muy atractivas de construir, sin embargo, como se ha dicho anteriormente presenta un mayor grado de complejidad en la ejecución y no son recomendables para ser ejecutadas sin ayuda profesional.

Navas, Cisneros y Nolasco (2010), en su investigación titulada “Adobe o Barro en Crudo” llegan a la conclusión:

- a) El adobe es un material de gran utilidad en regiones donde abundan las arcillas arenosas aptas para su fabricación.
- b) Las paredes de adobe absorben el calor, provocando un ambiente fresco y adaptable al clima, en la época calurosa mantendrá fresco el ambiente y en la época fría conservará el calor natural.
- c) Es ventajoso para construcciones en las zonas rurales por su bajo costo y fácil adquisición de los materiales.
- d) Alta resistencia y baja conductividad.
- e) La construcción con adobe demanda no solo un suelo apropiado si no un clima razonablemente seco, en el cual las lluvias copiosas con vientos fuertes, ya que los muros exteriores se hallen expuestos a constante desgaste.
- f) Ante el sismo las paredes tienden a caer hacia adentro, esto pone en peligro la vida de las personas que habitan el espacio.
- g) No se puede construir edificaciones de más de un nivel por el área sísmica.
- h) Ya que el adobe se compone de barro mezclado con paja y solo secado al sol, por no estar horneado su resistencia a la absorción de humedad es relativamente bajo.
- i) Para su aplicación al diseño de muros reforzados se encontró un dramático aumento en la resistencia del encuentro, hasta de 14.7 veces la resistencia del espécimen sin reforzar.

Blondet, M. (2010), En su investigación “Casas Sismorresistente y saludables de Adobe Reforzado con Cuerdas”, concluye:

- a) Debería desarrollarse herramientas de transferencia tecnológica para la capacitación en construcción sismorresistente y saludable con adobe incluso empleando un reforzamiento.
- b) Una vivienda de adobe sismorresistente es capaz de resistir adecuadamente los terremotos. Si está construida en una zona segura y con materiales de buena calidad.
- c) El tarrajeo en muros de adobe mejora el comportamiento sísmico ya que incrementa la rigidez y los daños se reducen significativamente

- d) En comparación con los muros de adobe sin tarrajeo.
- e) También se pudo recoger algunas recomendaciones para la elaboración de los adobes:
- El tiempo de secado de los adobes depende del clima de la zona donde vives.
 - Se recomienda dejar secar los adobes por 3 semanas como mínimo bajo un tendal (sombra).
 - Cubrir los adobes con plástico o esteras.
 - Comprobar la resistencia de los adobes con una simple prueba: escoger 3 adobes que no estén rajados ni chuecos.
 - Apoyar un adobe sobre otros dos y pararse en una pierna sobre la parte central. un buen adobe resiste el peso de una persona de aproximadamente 80 kg durante un minuto.

La Norma E-080; indica que el objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas. Ante ello nos da las siguientes recomendaciones que debemos tomar en cuenta, para el proceso de elaboración del adobe y para los ensayos que determinaran la resistencia del adobe:

- a) 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.
- b) Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular, cuyas dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:
 - Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
 - La relación entre el largo y la altura debe ser del orden 4 a 1
 - En lo posible la altura debe ser mayor de 8 cm.
 - Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas.
 - Secar los adobes bajo sombra.

López y Bernilla (2012), en su tesis titulada “Evaluación Funcional y Constructiva De Viviendas Con Adobe Estabilizado en Cayalti. Programa Cobe - 1976” concluyen:

- a) Se observó que, en cuanto al confort es notorio la calidad del adobe en términos de su adaptabilidad para generar un clima fresco en tiempos calurosos y abrigo en invierno. Las dimensiones de la unidad de adobe (36cm.x36cm), incrementa con mayor eficiencia la propiedad térmica de los muros.
- b) Desde el año 1976, año de la construcción de las cien viviendas con adobe estabilizado, no se ha producido fenómeno telúrico, por lo que las viviendas construidas con adobe estabilizado y refuerzo de caña, no han sido expuestas durante su vida útil (35años), a solicitaciones sísmicas de regular y alta intensidad. Hecho que hubiera puesto a prueba su comportamiento a estos efectos. Sin embargo, durante los fenómenos de “El Niño”, de los años 1983 y 1998, se registró lluvias intensas que produjeron inundaciones de gran magnitud a las que las viviendas tuvieron buen comportamiento.
- c) Se determinó que el principal defecto constructivo de estas viviendas, es la cobertura del techo, no tuvieron buen comportamiento, las lluvias terminaron por horadar la torta de barro, y parte de los remates del mismo, para dar paso a filtraciones que afectaron la estera y la caña, causando desprendimiento del cielo raso de yeso.
- d) En términos generales, el nivel de aceptación de la vivienda con adobe estabilizado, reforzado con caña y/o carrizo, es de buen resultado; habiendo presentado buen comportamiento ante la humedad y las inundaciones, y continúan prestando servicio a satisfacción de sus ocupantes, con algunas deficiencias menores.

Justificación De La Investigación

Debido al gran riesgo existente ante un evento sísmico la presente investigación está dirigida a reducir el peligro de la población que habita en casas hechas de adobe es decir se busca reducir el índice de pérdidas de vidas humanas y materiales sin realizar una inversión mucho mayor a la inversión inicial a la vez haciéndola más accesible a la población menos favorecidas.

Es por ello, que los montos de los materiales o la inversión inicial sufrirá un pequeño cambio, dichos costos serán compensados al ya no tener que estar en un peligro latente ante la ocurrencia de un sismo.

Al proponer este tipo de adobe reforzado radica principalmente en brindar una seguridad en todo su conjunto a las viviendas ante eventos naturales e impredecibles, así mismo estaremos contribuyendo a la mejora de la calidad de vida de la población del Centro Poblado de Pongor que cuentan con viviendas hechas con adobe.

La elaboración del adobe debe cumplir con lo establecido en la Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones, y debe ser verificado y controlado por la Municipalidad Distrital de Independencia Provincia de Huaraz, con los profesionales especialistas en el tema.

Dentro de este contexto se plantea el siguiente problema: ¿Cuál es la Resistencia de adobe reforzado al 2% en sus unidades con fibra de maguey - Centro Poblado de Pongor - Huaraz?

El Adobe

Es una Masa de barro, frecuentemente mezclada con paja, moldeada de forma prismática, sin cocer, secada al aire, empleada en la construcción de muros de fábrica, paredes y tabiques. En ocasiones, se puede añadir cal, grava, estiércol para darle mayor consistencia.

Según la Norma Técnica E.080 define al Adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

En la zona sierra a la paja se le considera comúnmente como parte esencial del adobe, así se cree que es muy importante para dar rigidez al adobe, o evitar

fisuras considerables en el proceso de secado.

En la región de la Costa peruana la paja a diferencia de la zona sierra es sustituido con frecuencia con la caña de azúcar cortada en pedazos (bagazo) que se mezcla con la tierra y el agua

El adobe puede ser tecnificado, se hace con tierra del sitio o de la región la cual debe de contar con arcilla, limos, arenas y gravas. Se estabilizada con cemento, lo cual consiste en evitar cambios volumétricos y obtener a la vez mayor resistencia a la compresión, a la intemperie y humedad.

Las viviendas típicas de adobe en el Perú son de 1 a 2 pisos, la mayoría, en especial las de la zona rural, no cuentan con sobre cimientos adecuados, el espesor de los muros es variable, desde 0,30m hasta 1,00 m (antiguas casonas) las habitaciones son espaciosas (en especial la sala). Las cocinas y los baños se encuentran, generalmente, fuera de la vivienda.

Técnica de fabricación Tradicional de Adobes con Paja

Un primer intento de mejorar la resistencia del adobe o bloque de tierra fue el uso de la paja, ichu, bagazo de caña y otros, con la finalidad de evitar el fisuramiento que se produce ya sea en el proceso de secado o después de ello, teniendo como efecto la disminución de la resistencia del adobe principalmente en cuanto a la flexión.

En cuanto a la dosificación de la cantidad de la paja que se adicionara en la fabricación en la elaboración de los adobes esto obedece a la experiencia de la persona que lo elabora quien valiéndose de sus conocimientos empíricos en cuanto al tipo de suelo adiciona la suficiente cantidad de paja con la finalidad de evitar el fisuramiento por ser un suelo orgánico o por la presencia excesiva de arcilla,

Se debe indicar que en la elaboración del adobe uno de los factores bien importantes después del tipo de suelo es que la mezcla o barro se debe de dejar que descansa por lo menos de 24 horas el cual contribuye en la resistencia del adobe.

En el año de 1978 en la XIX Jornada Sudamericana de Ingeniería Estructural llevado a cabo en Santiago de Chile el Ingeniero Julio Vargas Newman presenta un trabajo de investigación mostrando los siguientes resultados de las características principales del adobe sin ningún refuerzo.

TABLA N°1.- Resistencia Promedio de los Bloques de Adobe

Descripción	Promedio (Kg/cm2)
Resistencia a la compresión	14.6
Resistencia a la flexión	3.9
Compresión axial en muretes (Relación de esbeltez 1:4).....	
Carga perpendicular a las juntas principales	8.32
Compresión diagonal en muretes	27.0

Fuente: Elaboración Propia

Especificaciones Técnicas

Las características de los suelos que tienen mayor influencia en la resistencia de la albañilería de adobe son aquellas relacionadas con el proceso de contracción por secado o con la resistencia seca del material.

- a) **Arcilla:** el componente más importante del suelo; provee la resistencia seca y causa la contracción por secado del suelo.
- b) **Control de la microfisuración del mortero de barro debida a la contracción por secado:** requerido para obtener albañilería de adobe fuerte.
- c) **Aditivos:** paja y en una menor proporción arena gruesa son aditivos que controlan la microfisuración del mortero durante la contracción por secado y por ende, mejoran la resistencia de la albañilería de adobe.
- d) **Construcción:** la calidad de la mano de obra juega un papel importante en obtener una albañilería de adobe fuerte, resultando en variaciones de resistencia globales del orden del 100%.

Fabricación del Barro

Ya se ha mostrado la composición del adobe en sus materiales primordiales, pero el fenómeno de cambios de volumen experimentado por la arcilla en relación a la presencia de humedad, produce erosión en los adobes, lo que finalmente implica una pérdida de estabilidad y resistencia de los muros.

Se puede mejorar esta condición usando estabilizadores de humedad, dentro de estos elementos los más usados son: el asfalto en 1% a 3%, el Cemento en 10% a 12%

o cal en 15% a 20%. Con estos elementos se mejora la calidad, pero aumenta el costo de fabricación.

Cuando ya se ha determinado la cantera adecuada basado en la calidad de la tierra se excava el suelo en una capa de bajo espesor y se deja unos días a la intemperie, luego deberán extraerse las piedras y elementos extraños.

La mezcla se puede realizar con pala o mecánicamente, según volumen de obra y disponibilidad de recursos. Se agrega el agua en la cantidad necesaria para comenzar el mezclado, es difícil establecer la cantidad justa de agua, pero en general no es más de un 30% del peso de la tierra seca y en general es la cantidad mínima que permita moldear y desmoldar con facilidad después de ello debemos dejar que el barro este dormido o en reposo por un espacio de 1 a 2 días con el objetivo de permitir la mejor integración y distribución del agua en las pequeñas partículas de arcilla para que éstas puedan activar sus propiedades cohesivas.

En caso de usar estabilizadores como el asfalto, cemento o cal, estos deben ser agregados antes de la paja y ser mezclados hasta que el barro no presente manchas. Al agregar materias inertes como la paja, esta debe ser de una longitud tal que permita entregar resistencia a la tracción a la masa de adobe con el objetivo de aminorar el agrietamiento, la paja del trigo es la más utilizada en la zona sierra a diferencia de la zona costa donde se utiliza con frecuencia el bagazo de la caña de azúcar.

Antes de comenzar a moldear los bloques se puede verificar la humedad de la mezcla a través de una sencilla prueba: tomar un puñado de barro y hacer una esfera para dejarla caer a un metro del suelo, si se rompe en pocos pedazos grandes es porque hay suficiente agua. Si se aplasta sin romperse tiene mucha agua, y al romperse en muchos pedazos pequeños indica falta de agua.

Moldeo y Dimensionamiento de los Adobes

Se utiliza un marco de madera que mantiene en su interior la medida del adobe, existen muchas formas y tamaños de adobe. Es necesario moldear en adoberas, para adobes enteros ya que las adoberas pueden ser con o sin fondo: en aquellas sin fondo se puede alcanzar un mayor avance en la confección, pero con menor compactación y mayor esfuerzo del trabajador ya que el moldeo hay que hacerlo directamente en el

suelo, por el contrario, las adoberas con fondo son menos eficientes en rapidez de fabricación, pero permiten mejor compactación y menor esfuerzo en la ejecución al realizar el moldeo de pie. Las adoberas deben tener asas en ambos lados y un zuncho metálico en los bordes que impida la deformación por el uso. Se debe dejar una pequeña rendija al fondo de la adobera en los extremos para ayudar en el vaciado al permitir el ingreso de aire al sacar la adobera. Como se presentan variadas dimensiones de adobe es necesario presentar algunas recomendaciones en relación a las proporciones correctas de los bloques:

- 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 4 a 1
- c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

Antes de vaciar el barro en el interior de la adobera se debe humedecer y colocar arena fina para evitar que el barro se pegue, luego se deposita con fuerza un montón de mezcla y se moldea relleno bien en las esquinas, agitar la adobera y golpear el borde del molde con una regla, alisar la cara superior, voltear y luego retirar el molde desde sus manillas. Observar la verticalidad de las caras laterales, si el adobe se deforma es por exceso de agua y si se quiebra es por falta de agua. En estos casos retirar y repetir la revoltura o dejarlo aparte para posterior uso. En la actualidad existen prensas manuales para elaborar bloques de tierra que incluso pueden elaborar 3 bloques a la misma vez. Los adobes hechos en prensa tienen medidas constantes y superficies lisas, sin embargo, tienen menor resistencia a la compresión y a la flexión, lo que hace necesario la incorporación obligatoria de cemento entre 4% y 8%, aumentando el costo en la fabricación.

Secado.

Los Adobes después de su elaboración debemos esperar de tres a cinco días aproximadamente dependiendo del clima para poder cambiar de posición es decir pasado los tres o cinco días debemos de poner el Adobe en la posición de canto obviamente en el mismo lugar donde fueron moldeados o elaborados.

El tiempo de secado del Adobe depende mucho del lugar donde se ha moldeado el

Adobe, influyen también las temperaturas del ambiente entre otros como el viento la humedad etc.

La exposición de los Adobes al sol directamente no es recomendable por que generan fallas internas o externas principalmente los agrietamientos por ello es recomendable cubrir los Adobes con paja o en su defecto se debe procurar que el secado se lleve a cabo bajo sombra los primeros días.

Luego de pasado las 3 semanas aproximadamente los adobes deben ser trasladadas y apiladas en un lugar adecuado.

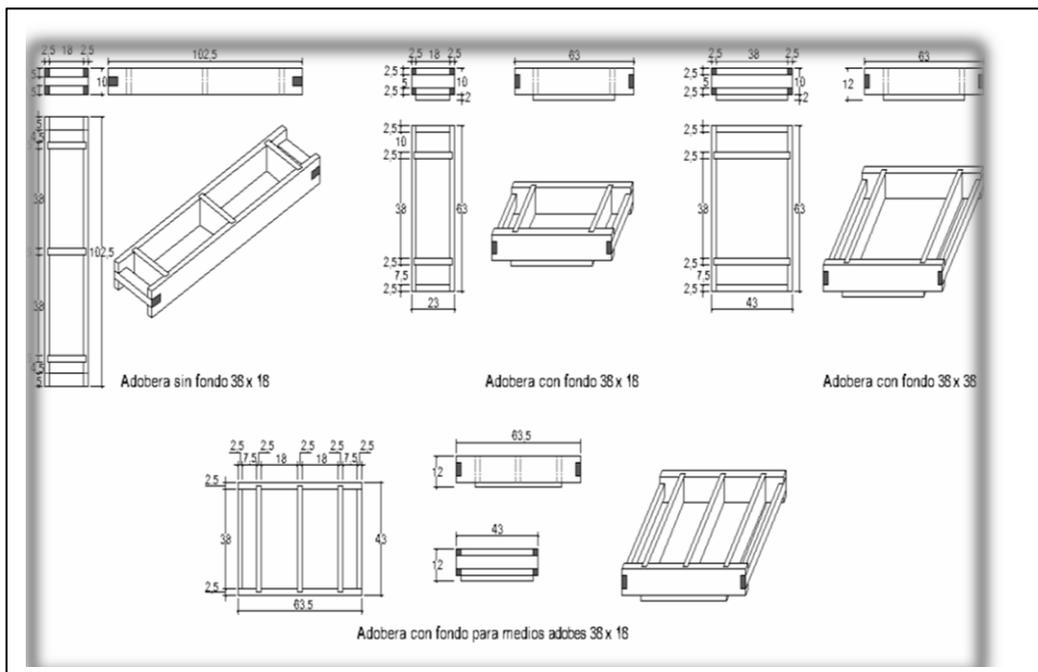


Grafico 1: *Tipos de moldes para elaborar Adobes*

Fuente: Guía de Construcción antisísmica para Albañilería de Adobe

Control de Calidad

Si se observan grietas o deformaciones a las cuatro semanas se debe a la falta de paja en el barro. El adobe de prueba a las cuatro semanas debe resistir el peso de un hombre, en caso de no resistir se debe agregar arcilla al barro. Su resistencia del adobe a la compresión fluctúa entre los 11 a 16 kilogramos por cm^2 , pero su carga admisible (carga máxima de trabajo) es 1 a 1,5 kilogramos por cm^2 .

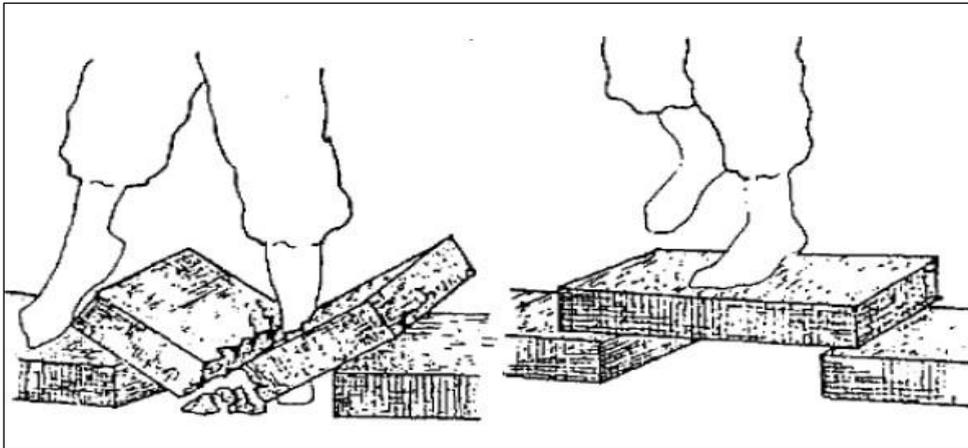


Gráfico2: *Control de Calidad de los Adobes*

Fuente: Guía de Construcción antisísmica para Albañilería de Adobe.

Técnica de fabricación de Adobes Reforzados con fibra de Maguey

Este tipo de Adobe es aquel en lo que se ha adicionado en su composición una pequeña cantidad de fibra de maguey determinado en un porcentaje de su peso.

La fibra de Maguey actúa como un elemento de resistencia principalmente a la tracción y así mismo a la fuerza de compresión.

El proceso de fabricación del adobe reforzado con fibra de Maguey obedece al mismo proceso que se lleva a cabo para la fabricación del adobe patrón.

Ventajas y desventajas del Adobe

Ventajas del adobe

- a) Baja conductividad térmica que vuelve las construcciones de adobe tan acogedoras.
- b) La materia prima está siempre presente en el lugar de construcción con el ahorro consiguiente en su transporte.
- c) Abundancia de la materia prima
- d) Se puede construir de manera artesanal y con tecnología
- e) Facilidad de producción y construcción
- f) No requiere de mucha instrumentación

- g) No se utiliza fierro y escaso cemento
- h) Buen aislante acústico.
- i) Regulador ambiental en cuanto a temperatura
- j) Facilidad de trabajarlo en la construcción.

Desventajas del adobe

- a) El adobe es higrófilo, es decir tiende a absorber la humedad atmosférica cuando el aire está saturado de manera que por ello pierde su resistencia a los esfuerzos, aun los de su propio peso.
- b) En la sierra, después de una lluvia prolongada por varios días, algunas paredes se desploman sin intervención de ninguna otra fuerza, debido a la humedad del ambiente.
- c) Su resistencia a la compresión es baja cuando está seco y pueden considerarse nulas a los esfuerzos de tracción.
- d) Nula o poca elasticidad, las deformaciones por esfuerzos no se recobran, y los esfuerzos para deformarla son muy bajos.
- e) No es recomendable para construcciones de más de uno o dos pisos.
- f) Son vulnerables al deterioro y exigen mayor mantenimiento.
- g) Contaminación cuando se usa tierra de cultivo.

La Fibra

Tipos De Fibra

En los años 60 se desarrolló los concretos reforzados con fibra, donde se emplearon fibra de acero, vidrio, polipropileno y algunas fibras sintéticas y la investigación sobre ellos aun continua. Sin embargo, a estos se les puede considerar generalmente inapropiados para países en vías de desarrollo, debido a los altos costos y abastecimiento limitado de dichas fibras, y la existencia de gran cantidad de fibras orgánicas disponible en el país, que representa una alternativa a las otras fibras, por su bajo costo, por ser un recurso de la zona, y renovable. Las

fibras vegetales pueden dividirse en cuatro grupos:

- a) Fibras de líber o tronco (ejemplo lino, yute, cáñamo).
- b) Fibras de hojas (ejemplo: fibra de maguey, sisal, henequén, abacá).
- c) Fibras de pelusas de frutas (ejemplo: estopa de coco).
- d) Fibras de madera (ejemplo: bambú, juncos, bagazo).

Fibra vegetal de maguey (fibras de hojas) Descripción

- a) Las hojas del agave son grandes, gruesas y carnosas y pueden almacenar cantidades considerables de agua.
- b) Son perennes, presentan espinas marginales y crecen hasta 2m de altura,
- c) formando racimos en la base de la planta.
- d) Llega a su madurez entre los ocho y los doce años y florece solo una vez, muriendo al poco tiempo. En sus anchas, espinosas y protegidas hojas, llamadas pencas, se almacenan, las sustancias nutritivas que le permiten sobrevivir en un medio hostil, así como a una serie de insectos, entre los que se encuentran el gusano “magueyero” y la hormiga aguamielera, ambos alimentos del hombre.

Características:

- a) Nombre científico o Latino: agave americana
- b) Nombre común o vulgar: pita, pitera, sisal, maguey, furcrea, cabuya, fique, motua, abecedaria, acibara, azabara.
- c) Familia: agavácea (agaváceas).
- d) Género: agave comprende unas 100 especies, los hay muy grandes (hojas de más de 1 metro) mientras que otros miden unos centímetros
- e) Etimología: su nombre procede del griego, “agaue”, admirable.
- f) Origen: de américa central.

Hábitat

- a) Clima: El agave vive en un medio semidesértico, con escasas lluvias, se desarrolla en un lugar muy caluroso y soleado. Resiste heladas débiles (4°C) propio de zonas altas y semiáridos.
- b) Altitud: Se encuentran entre los 500 hasta los 3500 mts sobre el nivel del mar, es decir entre la región yunga y la región quechua.

Usos

- a) De sus hojas se extrae una fibra que se usa para fabricar hilos, cuerdas y sogas.
- b) Para estabilizar laderas, taludes
- c) En lugar de la fibra de vidrio y amianto (en aplicaciones de la industria de la automoción y fabricación de materiales para techos y cisternas de agua).
- d) En México se hace una bebida fermentada llamada “pulque” con el jugo azucarado que se obtiene de cortar los escapos jóvenes.
- e) Sus desperdicios, como fertilizantes abono y balanceado
- f) Como componentes del papel corrugado o Kraft.
- g) Para dar consistencia al papel reciclado.

Cultivo

- a) Un lugar soleado y aireado previenen problemas de salud.
- b) Tolera la sequía, frecuentemente los únicos supervivientes en jardines abandonados, son valiosos para plantaciones que no necesitan cuidados ni riego.
- c) Riego nulo o muy escaso si la planta crece al aire libre en tierra.

Potencialidad de la Fibra del Maguey en el Perú

Según el Instituto de Recursos Naturales (INRENA) como organismo encargado

de realizar y promover las acciones necesarias para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la conservación de la diversidad biológica silvestre, dispone una serie de mapas elaborados a pequeña escala (nivel nacional), entre ellas encontramos el mapa de zonificación ecológica para la reforestación, que tiene como finalidad determinar áreas con características homogéneas de clima, agua, suelos, relieve entre otras ;que responden a los requerimientos de las especies forestales ,generalmente con fines productivos.

EL SUELO

Propiedades Generales del Suelo

La arcilla es un mineral que se encuentra en gran parte de los suelos, se halla en diferentes calidades y con distintos porcentajes de acompañamiento de arena. La arcilla físicamente se constituye de partículas extremadamente pequeñas y de superficie lisa, el diámetro de las partículas de arcilla es menor a 0.002 mm. La arcilla al ser mezclada con agua aumenta su volumen, pero después al ser secado al sol o al aire pierde volumen de forma considerable.

La Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones presenta los requisitos generales para la unidad o bloque de adobe que 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. Seguir este lineamiento de gradación que indica la norma es importante, puesto que de incrementar el porcentaje de arcillas se generarían grietas internas por contracción de secado, de incrementar el porcentaje de arena se perdería cohesión y de utilizar suelos orgánicos se perdería resistencia a la compresión y a la humedad.

El agrietamiento de los adobes es por exceso de arcilla en la mezcla se debe a que la evaporación del agua se realiza naturalmente desde las paredes exteriores hacia el centro, pero la arcilla mojada es como un impermeabilizante que impide la evaporación del agua desde el interior del bloque. Al mezclar la arcilla con arena u otro material granular, fundamentalmente se le está entregando a la mezcla mayor permeabilidad para que el agua del interior se evapore, ayudando a

que el adobe se seque de forma pareja y en consecuencia su pérdida de tamaño será uniforme y sin agrietamientos.

Granulometría

El análisis granulométrico se hace con fin de determinar la distribución de las partículas constituyentes según sus tamaños, pues tal distribución puede revelar lo referente a las propiedades físicas del material como son: arena, limo y arcilla.

En efecto, la experiencia indica que los suelos gruesos bien graduados, o sea con amplia gama de tamaños, tiene comportamiento ingenieril más favorable, en lo que atañe a algunas propiedades importantes, que los suelos de granulometría muy uniforme.

Plasticidad

Esta prueba sirve para conocer aproximadamente la cantidad de arcilla en el suelo, a través de esta prueba se conoce si la tierra es: arcillosa, arenosa o arcillo-arenosa. La prueba consiste en formar una pequeña cantidad de barro, cuidando que la cantidad de agua sirva justo para aglomerar, de manera que no deje restos en manos o espátulas.

Hacemos un rollo de 1,5 cm de diámetro por 15 cm de largo. En el momento del amasado del rollo podemos captar que si la tierra se disgrega con facilidad es porque la presencia de arcilla es baja. Una vez terminado el rollo lo ponemos en una mesa de manera que uno de sus extremos quede en el aire y lentamente comenzamos a aumentar su parte saliente hasta que el peso propio lo quiebre o doble completamente. Se mide la longitud del extremo que se rompe; si es entre 0 a 5 cm es arenosa, si es entre 4,5 cm a 7,5 cm se puede considerar apropiado. Se deduce que a mayor longitud del extremo quebrado mayor cantidad de arcilla en la tierra.

Resistencia

Se amasa la tierra húmeda y se elaboran 5 discos de 3 cm de diámetro por 1,5

cm de espesor. Se dejan secar por 48 horas y luego se intenta romperlos. La prueba presenta dos situaciones: el disco se aplasta fácilmente lo que indica resistencia baja o inadecuada, por el contrario, si el disco se resiste a ser aplastado o se rompe con un sonido seco indica una resistencia adecuada.

Límites de Atterberg

Braja. (1999), En su libro “Principios de Ingeniería de Cimentaciones define: Cuando un suelo arcilloso se mezcla con una cantidad excesiva de agua, este fluirá como semilíquido. Si el suelo es secado gradualmente, se comportará como un material plástico, semisólido o sólido, dependiendo de su contenido de agua. Este, en por ciento, con el que el suelo cambia de su estado líquido a un estado plástico se define como límite líquido (LL). Igualmente, los contenidos de agua, en por ciento, con el que el suelo cambia de un estado plástico a un semisólido y de un semisólido a un sólido se definen como el límite plástico (LP) y el límite de contracción (SL), respectivamente

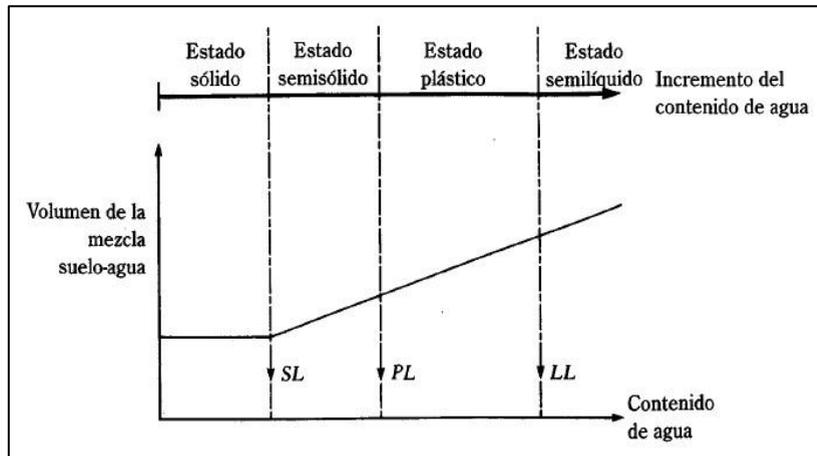


Grafico3: Definición de los Límites de Atterberg

Fuente: Principios de Ingeniería de Cimentaciones Braja M. Das.

El Limite Líquido

Es determinado por medio de la copa de Casagrande (Designación de Prueba D- 4318 de la ASTM) y define como el contenido de agua con el cual se cierra una ranura de ½ in (12.7 mm) de diámetro mediante 25 golpes.

El Limite Plástico

Se define como el contenido de agua con el cual el suelo se agrieta al formarse un rollito de 1/8 pulg (3.18mm) de diámetro (Designación de Prueba D-4318 de la ASTM).

El Limite Contracción.

Se define como el contenido de agua con el cual el suelo no sufre ningún cambio adicional de volumen con la perdida de agua (Designación de Prueba D-427 de la ASTM).

La diferencia entre el límite líquido y el plástico de un suelo se define como Índice de Plasticidad (IP).

$$IP = LL - PL$$

Sistemas de Clasificación de suelo

Huanca. (1996), En su libro "Mecánica de Suelos y Cimentaciones" define:

Clasificación AASHTO

Divide a los suelos en dos campos:

- a) SUELOS GRUESOS, son aquellos que pasan por el tamiz N°200 el 35% o menos.
- b) SUELOS FINOS, o materiales limos arcillosos, son aquellos que pasan por el tamiz N° 200 más del 35%.

INDICE DE GRUPO: Para utilizar este método es necesario conocer el (IG), que permite determinar la cantidad del suelo.

El índice de grupo se determina mediante la fórmula empírica siguiente:

$$(IG) = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$$

Donde:

a = Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre 35% mínimo y 75% máximo. Se representa solo en número entero y varia de 0 a 40.

b = Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre el 15% como

mínimo y 55% como máximo. Se representa en número entero, varía de 0 a 40.

c = Parte del límite líquido, comprendido entre 40% como mínimo y 60% como máximo. Se representa en número entero y varía de 0 a 20.

d = Parte del índice de plasticidad, comprendido entre el 10% como mínimo y 30% como máximo.

Clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

Divide a los suelos en dos grupos:

- a) SUELO DE PARTICULAS GRUESAS, Son aquellas en que más del 50% son retenidos en el tamiz N° 200. Este suelo a su vez se subdivide en gravas y arenas.
- b) SUELOS DE PARTICULAS FINAS, Son aquellos en que más del 50%, pasa el tamiz N°200.

Para el método “SUCS” Se utiliza básicamente la carta de plasticidad de Casagrande.

Curva Granulométrica. La grafica granulométrica, suele dibujarse con los porcentajes como ordenada y los tamaños de las partículas como abscisas.

Las ordenadas, se refieren a porcentaje en peso de las partículas menores que el tamaño correspondiente.

Características de la Curva Granulométrica.

- 1) Coeficiente de Uniformidad (Cu).

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Para gravas bien graduadas (GW): $Cu > 4$

Para arenas bien graduadas (SW): $Cu > 6$

2) Coeficiente de Curvatura (Cc)

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Para suelos bien graduados (W):

D60 = Tamaño tal que, el 60% en peso del suelo, sea igual o menor.

D10 = Tamaño tal que, sea igual o mayor que el 10% en peso del suelo, llamado por HAZEN, Diámetro Efectivo.

D30 = Se define analógicamente que los anteriores.

Nombre	Suelos, Gruesos, Tamaño
Gravas	Más de la mitad de la fracción de material grueso queda retenida en el tamiz N° 4. Tamiz N° 4 (4.76 mm.) a 3 pulg. (7.6 cm.)
Arenas	Más de la mitad de la fracción de material grueso pasa el tamiz N° 4

Carta de Plasticidad Para Clasificación de Suelos de Partículas Finas.

Ecuación Línea "A" $I.P. = 0.73 (L.L - 30)$

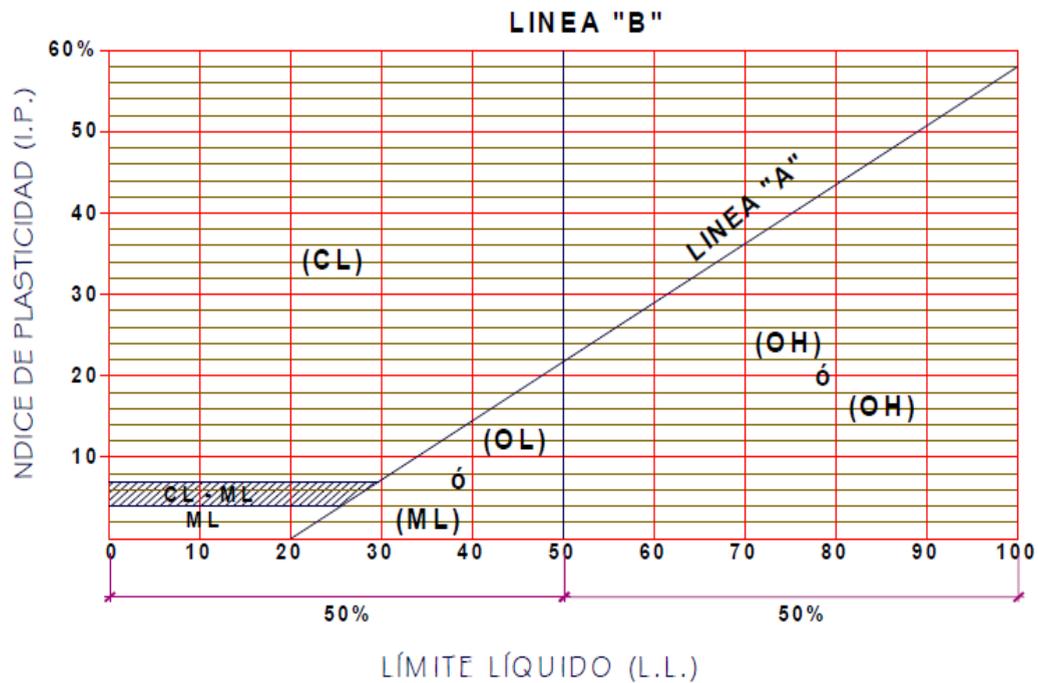


Grafico 4: Carta de Plasticidad Para Clasificación de Suelos de Partículas Finas

Fuente: Mecánica de Suelos y cimentaciones Huanca A.

MORTEROS

Los morteros según la Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones clasifican en dos grupos:

Mortero Tipo I

Mortero de suelo y algún aglomerante como cemento, cal o asfalto. Deberá utilizarse la cantidad de agua que permita una adecuada trabajabilidad.

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

Especificaciones del Mortero Tipo I:

Morteros de cal y arena, cuya relación volumétrica estará comprendida entre 1:3 a 1:5. Podrán emplearse morteros de cemento-cal hidratada – arena, en proporciones 1:1:5 a 1: 1: 10. Su resistencia a compresión, medidas en cubos de 50 mm de lado (ASTM C 109), no será menor de 3MPa (30 kg/cm²).

Deberá utilizarse arena gruesa, mallas N° 4 y 30 de la serie (ASTM). Deberá agregarse la mínima cantidad de agua, que permita una adecuada trabajabilidad y asegure juntas verticales y horizontales completamente llenas. La superficie de los adobes, deberá humedecerse antes del asentado.

Mortero Tipo II

La composición del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ninguna manera tendrá una calidad menor que las mismas. Deberá emplearse la cantidad de agua que sea necesaria para una mezcla trabajable. Las juntas horizontales y verticales no deberían exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente.

Especificaciones del Mortero Tipo II:

La composición de estos, debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de Adobe y de ninguna manera, tendrá una calidad menor de las mismas.

Debe reducirse al mínimo la figuración del mortero, producto del proceso de secado, deberá utilizarse paja seca (cortadas en fibras de alrededor de 50 mm de longitud, en una proporción no menor de 1:3 (paja tierra). Si con esta proporción, se produce figuración apreciable en el mortero, deberá aumentarse la cantidad de paja, y/o incorporar arena gruesa a la mezcla. En zonas donde no sea posible conseguir paja, será posible agregar al barro, solo arena gruesa.

Se recomienda dejar remojar el barro como mínimo 48 horas antes de su utilización.

Deberá emplearse la menor cantidad de agua que sea necesaria para lograr un mortero trabajable.

Las juntas horizontales y verticales, no deberán exceder los 20 mm de espesor y deberán ser rellenadas completamente con mortero.

Es posible utilizar aglomerantes o estabilizantes (cemento, asfalto, etc.) en el barro, Para mejorar la calidad del mortero o su resistencia a la humedad, en cuyo caso deberá tenerse en cuenta siempre, la necesidad de lograr una mayor adherencia.

Entre el mortero y los adobes. (Ninguno de estos aditivos, podrá lograr una disminución menor de adherencia, que el barro solo).

MUROS

NORMAS BÁSICAS

Criterios para el dimensionamiento de muros

Se recomienda que el muro tenga como mínimo 0.40 m de espesor, la longitud de un muro tomado entre dos contrafuertes o dos muros perpendiculares a él, no debe ser mayor que 10 veces su espesor.

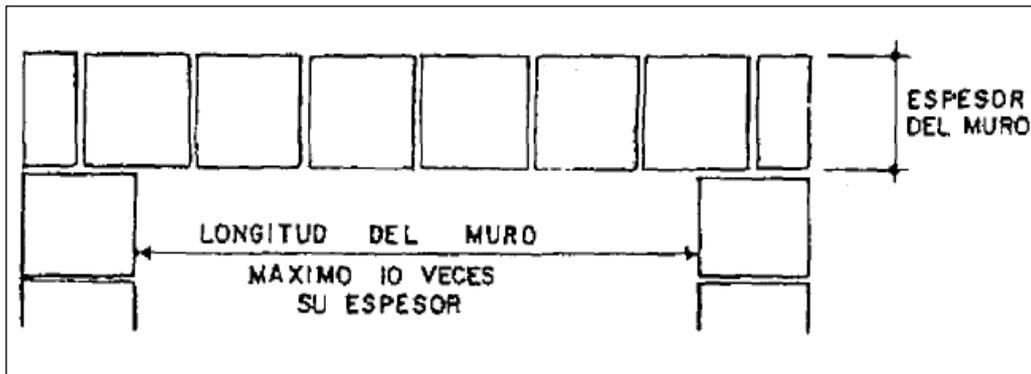


Grafico 5: Longitud Máxima de Muros de Adobe

Fuente: Guía de Construcción antisísmica para Albañilería de Adobe.

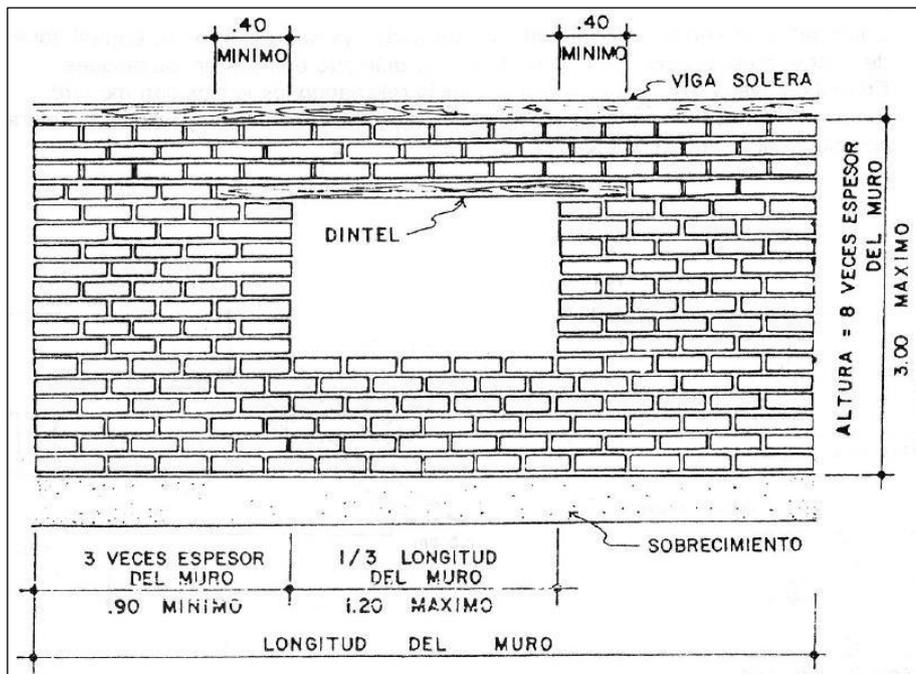


Grafico 6: Altura Máxima del Muro de Adobe

Fuente: Guía de Construcción antisísmica para Albañilería de Adobe.

La altura máxima de los muros no debe ser mayor que 8 veces su espesor, se recomienda que la altura de los muros debe de ser de 2.40m a 3.00m.

Todos los vanos deberán estar centrados. El ancho de un vano no debe ser mayor que 1.20 m. La distancia entre una esquina y un vano no debe ser inferior a 3 veces el espesor del muro y como mínimo 0.90 m. La suma de los anchos de vanos en una pared no debe ser mayor que la tercera parte de su longitud. El

empotramiento de un dintel aislado no debe ser inferior a 40 cm. (Grafico 5).

Las unidades de adobe deberán estar secas antes de su utilización y se dispondrá en hiladas sucesivas considerando traslape en proporción 2 a 1 lo cual brinda seguridad ante el efecto de corte producido por los sismos. . (Grafico 6).

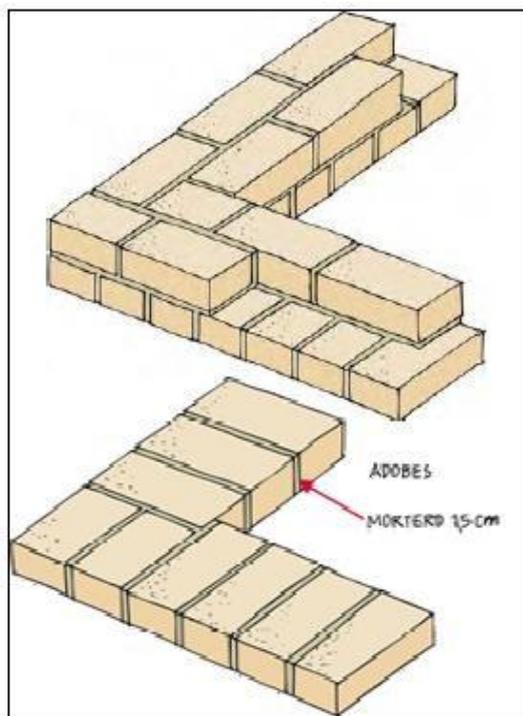


Grafico 7: *Hilada clásica de los Adobes en un Muro*

Fuente: Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en Adobe y Tapia Pisada.

Refuerzos

Morales, Torres, Rengifo e Irala (2010), En el manual para la construcción de Viviendas de Adobe definen:

Las construcciones de adobe pueden ser reforzadas tanto en sentido horizontal como vertical para resistir adecuadamente las sollicitaciones sísmicas.

Como refuerzo horizontal de muros puede utilizar: caña o similares en tiras colocadas horizontalmente cada 4 hiladas como máximo, cocidas en los encuentros. Se reforzará la junta que coincide con el nivel superior e interior de todos los vanos. Deberán coincidir los niveles superiores con los vanos (puertas y

ventanas).

Como refuerzo vertical, se deberán colocar cañas ya sea en un plano central entre unidades de adobe, o en alveolos de mínimo 5 cm. de diámetro dejados en los bloques. En ambos casos se asegurará la adherencia rellenando los vacíos con mortero.

El refuerzo vertical de caña deberá estar anclado a la cimentación y fijado a la solera superior. Se usará caña madura y seca.

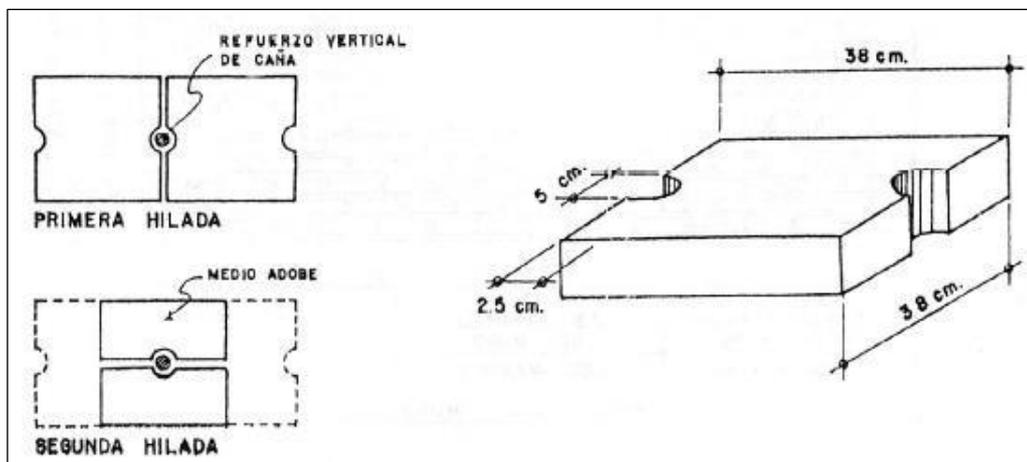


Grafico 8: Refuerzos en Muros de Adobe

Fuente: Guía de Construcción antisísmica para Albañilería de Adobe.

En la parte superior de los muros se colocará necesariamente una viga solera que en lo posible debe coincidir con los dinteles de puertas y ventanas.

En todos los encuentros las vigas soleras en un mismo nivel estarán unidas para evitar que se abran. En los tímpanos en su parte más allá se colocará adicionalmente otra viga solera. La viga solera se anclará al muro. En el caso de usar refuerzos verticales, se podrá realizar el anclaje de la viga solera, tal como se muestra en la siguiente figura.

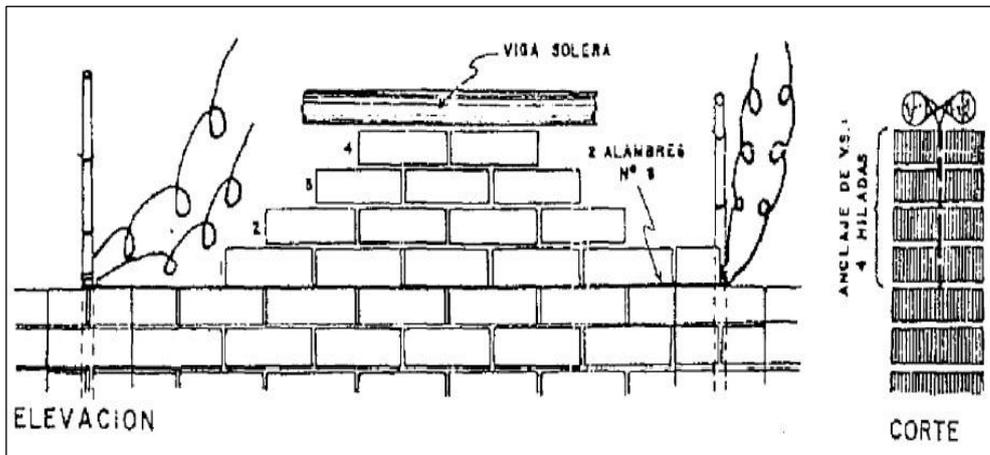


Grafico 9: *Ubicación de viga solera en construcciones con Adobes*

Fuente: Guía de Construcción antisísmica para Albañilería de Adobe.

Comportamiento Sísmico De Muros De Adobe:

Según el manual de Diseño con bloques de Adobe en zonas sísmicas realizado en Perú, En su comportamiento sísmico se presentan 3 tipos de falla:

Falla por Tracción en las Esquinas. Ocurre cuando un muro se apoya a otro (Una esquina o una T). Este tipo de falla se debe principalmente a esfuerzos de tracción directa que se produce en uno de los muros, al dar arriostre lateral a otros muros del encuentro. Esta situación se agrava cuando a este efecto se superponen los esfuerzos de flexión.

Falla por Flexión. En la figura se observa alguna de las variantes de este tipo de falla, que se debe a los esfuerzos de tracción por flexión al actuar el muro como una losa, apoyada en su base y en los elementos verticales que lo arriostran. La falla puede ocurrir en secciones horizontales, verticales u oblicuas.

Falla por Corte. En la figura se muestra este tipo de falla, que se produce cuando el muro trabaja como muro de corte. se debe, principalmente, a los esfuerzos tangenciales en las juntas horizontales.

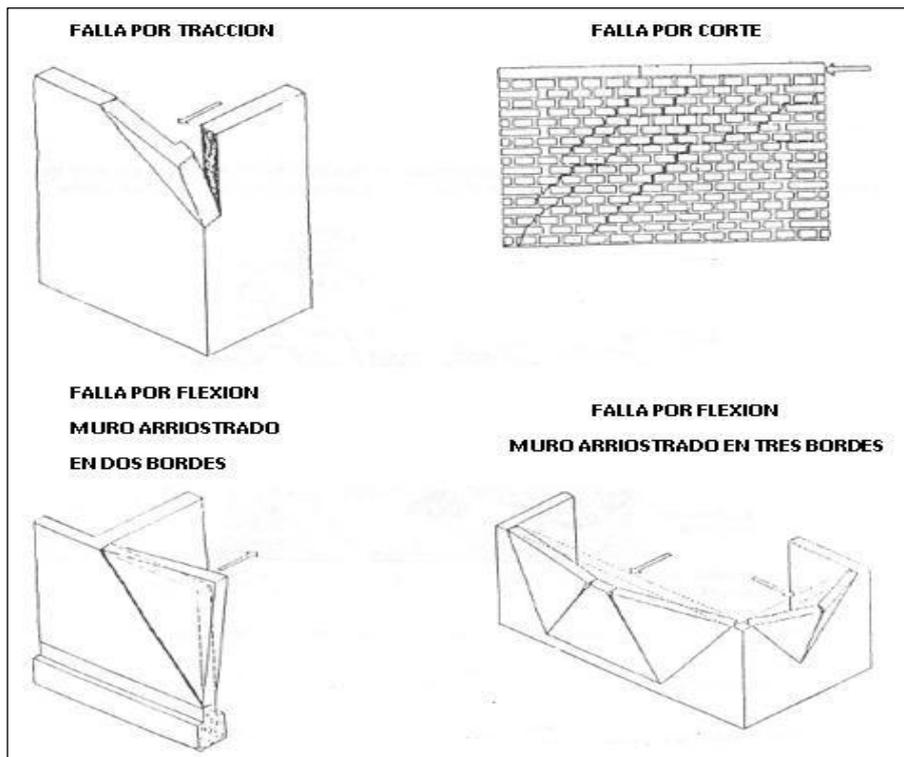


Grafico 10: *Comportamiento Sísmico de Muros de Adobe*

Fuente: Manual Para la Construcción de Viviendas de Adobe.

Factores que afectan las construcciones de adobe Factores climatológicos

El adobe se puede ver afectado en relación a su estado de conservación, de constantes y periódicos efectos sobre el objeto de estudio. Las propiedades físicas más afectadas que se ha podido identificar en la zona de estudio son las siguientes:

Fluctuaciones de temperatura

La temperatura en la zona fluctúa entre 10 °C y 25 °C, el frío es seco, el adobe está expuesto a variaciones de temperatura, pero el más predominante es el frío, con frecuencia se observan calentamientos hasta el mediodía y enfriamiento por las altas horas de la noche y madrugada, produciendo un coeficiente de expansión y contracción diverso que afecta al adobe y al muro en su conjunto.

Lluvias

Las lluvias humedecen las paredes o muros de adobe, las debilitan y carcomen

su estructura física, producen grietas y desprendimientos de partes del adobe cuando éste no está debidamente protegido. La humedad conduce a la pérdida de resistencia del muro.

Viento.

En la zona Sierra como Huaraz, como es el caso de estudio, los vientos son fuertes y varían en direcciones, si el adobe está bien elaborado el viento afecta muy poco en su estructura física, pero afecta considerablemente en los techos de calaminas de las viviendas. Los vientos fuertes generalmente producen arrastre de material en formas de partículas causando erosión del adobe, la erosión disminuye las dimensiones del adobe y conduce a la pérdida de resistencia a la compresión.

Factores sísmicos

El Perú es uno de los países de Sudamérica ubicados dentro del “Cinturón del fuego del Pacífico”, un área que engloba más del 80% de la actividad sísmica en el mundo.

Esta actividad sísmica es producida por la constante interacción de las placas tectónicas ubicadas en la zona, la cual ha ocasionado numerosos terremotos en la parte occidental de Sudamérica. Muchos de ellos tuvieron gran magnitud y causaron destrucción y numerosas pérdidas materiales y de vidas humanas.

Factores o Procesos Químicos

a) Disolución.

La disolución (solución o corrosión) es un proceso físico que consiste en la disociación de las moléculas en iones gracias a un agente disolvente, en nuestro caso el agua. Este proceso no implica ninguna transformación en la composición química del material disuelto. Una vez disueltos los materiales se precipitan al desaparecer el agente disolvente. Frecuentemente esta precipitación se hace en el mismo lugar de la disolución.

Tras la disolución aparecen residuos insolubles, residuos de disolución, como la arena y la arcilla de descalcificación arcillas con sílex.

Hidratación.

La hidratación afecta a las rocas por minerales cuyos compuestos reaccionan con el agua fijando sus moléculas. Afecta a rocas con un metamorfismo débil (esquistos, pizarras) compuestas por silicatos alumínicos que al hidratarse se transforman en arcillas, más sensibles a los agentes erosivos.

Hidrolisis.

La hidrólisis es un proceso químico que consiste en el desdoblamiento de una molécula en presencia del agua (concretamente los iones H^+ , que hacen que el agua se comporte como un ácido débil). La consecuencia es la destrucción de los edificios cristalinos, dando lugar a la progresiva separación y lavado de la sílice, la mica, los feldespatos y cualquier otro elemento que componga la roca. Como consecuencia se forman minerales arcillosos y residuos metálicos arenosos.

Formación de cristales

Se produce como consecuencia de la presencia de agua (lluvias) la humedad propicia la cristalización de sales en solución que conllevan al aumento del volumen; este efecto es reflejo de la actividad producida principalmente por los iones presentes en el adobe.

Esfuerzos Admisibles

a) Resistencia a la Compresión de la Unidad

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

El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última (f_0) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas. Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de f_0 mínimo aceptable de 12 kg/cm².

Resistencia a la Compresión de la Albañilería

La Norma E.080, en el acápite 8.2 indica que: la Resistencia a la compresión de la albañilería podrá determinarse por ensayo de pilas con materiales y tecnología a usar en obra, las pilas deben estar compuestas por un número de unidades enteras de adobe que permita obtener una esbeltez (altura/espesor) del orden de aproximadamente tres (3).

El número mínimo de adobes será cuatro (4) y espesor de las juntas será de 2 cm.

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

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

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

$$f_m = 0.25 f'm$$

Donde

$f'm$ = esfuerzo de compresión ultimo de pila

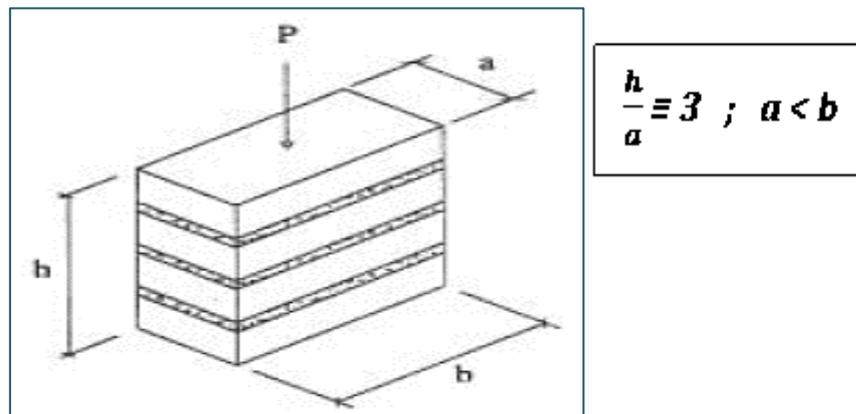


Grafico 11: Resistencia a la Compresión de la Albañilería

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones “Norma E.080”

Esfuerzo Admisible de Compresión por Aplastamiento

La Norma E.080, en el acápite 8.3 indica que: El Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento será 1.25 fm.

Resistencia al Corte de la Albañilería

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

- a) Ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra. Se ensayarán un mínimo de tres (3) especímenes.

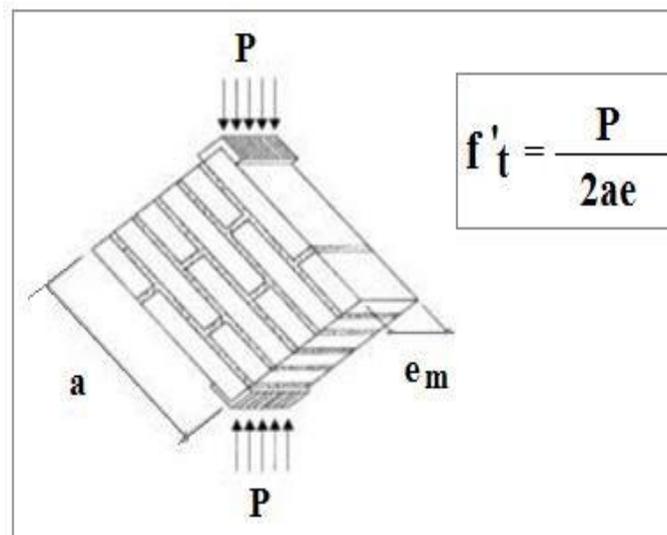


Grafico 12: *Resistencia al Corte de la Albañilería*

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones “Norma E.080”

Diseño de Muros

Diseño de Muros Longitudinales

La Norma E.080, indica que: la aplicación de la Resistencia V_m se efectuara sobre el área transversal crítica de cada muro, descontando vanos si fuera el caso.

Operacionalización De Variable

VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución de fibra de maguey.	Sustitución de un porcentaje del peso de Adobe por fibra de Maguey en el diseño de Adobes.	Porcentaje 2%

VARIABLE DEPENDIENTE

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a la compresión de adobe.	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una unidad o bloque de adobe bajo una carga puntual.	Kg/cm^2

La hipótesis planteada en la siguiente tesis es: “Si se adiciona 2% de fibra de maguey en peso para reforzar los adobes, se mejoraría las características mecánicas y físicas de los mismos, demostrándose así mismo que cumple con los estándares de resistencia establecido en la norma E.080.”

El objetivo general es determinar la Resistencia del adobe a compresión cuyas unidades han sido reforzadas al 2% con fibra de maguey-Centro Poblado de Pongor Huaraz. Para lograrlo se plantea los siguientes objetivos específicos:

- a) Determinar las características físicas: granulometría, el límite líquido y plástico del suelo y su clasificación de acuerdo al Sistema SUCS y AASHTO.
- b) Determinar la resistencia a la compresión de la unidad, a través del ensayo de cubos labrados de adobe de 8x8x8 cm en forma vertical.
- c) Determinar la resistencia a la compresión de la albañilería, a través del ensayo de pila, colocando 4 adobes de 16 x 32 x 8 cm en forma vertical y unida con mortero tipo II.
- d) Determinar la resistencia a compresión diagonal de la albañilería, a través del ensayo de murete, colocando 7 hiladas de adobes de 16 x 32 x 8 cm manteniendo su verticalidad y unidad con mortero tipo II.
- e) Analizar e interpretar los resultados de la resistencia obtenida en cada ensayo a la vez realizar la comparación con el Adobe Patrón y con lo estipulado en la norma E.080.

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

La Población que se considera en la presente investigación es el conjunto de adobes reforzados con 2 % de fibra de Maguey, de ella tomamos una muestra que corresponde al conjunto de adobes reforzados con 2 % de fibra de Maguey y ensayados con 3 y 6 repeticiones, sometidos a esfuerzos de compresión en: **unidades, pilas y muretes.**

El tipo de investigación en el presente proyecto es experimental explicativa en razón de que en las diferentes etapas de investigación determinara aspectos cuantificables y a la vez explicativa del proceso que se está llevando acabo principalmente en la colección de Fibras de Maguey, su limpieza y preparación de muestras.

Las muestras también serán cuantificables; así como el porcentaje de sustitución de las fibras de Maguey agregados en el bloque de adobe y respectiva medición de resistencia en el laboratorio. El diseño experimental principalmente para la fibra de maguey se ha considerado las siguientes etapas.

Diseño Simple Al Azar Con 6 Repeticiones

Diseño de Unidades de Adobe Con 6 Repeticiones al Azar:

RESISTENCIA DE ADOBE (CUBOS)		
MUESTRA	SIN % FIBRA	CON 2 % FIBRA
N°	DE MAGUEY	DE MAGUEY
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Grafico 13: *Diseño de Unidades de Adobe.*

Fuente: Elaboración Propia.

Diseño de Pilas de Adobe Con 3 Repeticiones al Azar:

RESISTENCIA DE ADOBE (PILAS)		
MUESTRA	SIN FIBRA	CON 2 % FIBRA
N°	DE MAGUEY	DE MAGUEY
1		
2		
3		

Grafico 14: *Diseño de Pilas de Adobe.*

Fuente: Elaboración Propia.

Diseño de Bloque Completo de Muretes al Azar con 3 Repeticiones:

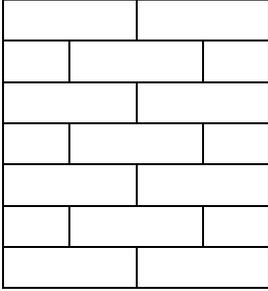
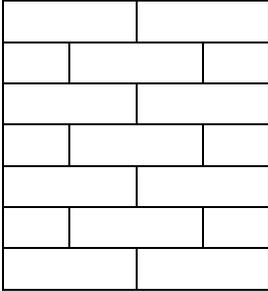
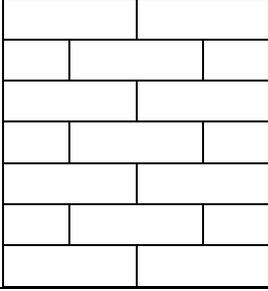
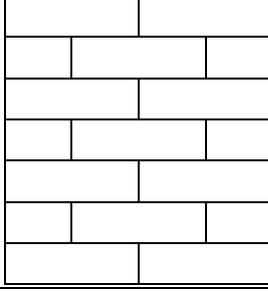
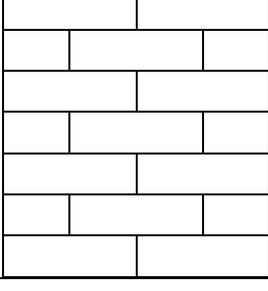
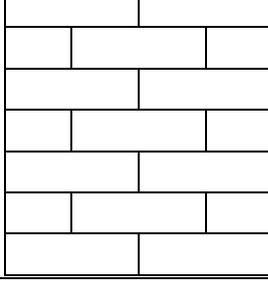
RESISTENCIA DE ADOBE (MURETES)		
MUESTRA N°	SIN FIBRA DE MAGUEY	CON 2 % FIBRA DE MAGUEY
1		
2		
3		

Gráfico 15: *Diseño de Muretes de Adobe.*

Fuente: Elaboración Propia.

Proceso y Análisis de los Datos Proceso

La presente investigación se ha realizado en el Centro Poblado de Pongor, Distrito de Independencia Provincia de Huaraz departamento de Ancash.

Dado que en la mencionada zona existe gran cantidad de construcciones de viviendas de adobe así mismo por encontrarse en una zona de alta sismicidad según la zonificación sísmica del Perú y de altas precipitaciones pluviales exigiendo así mayor cuidado y seguridad de las viviendas de dicha zona.

Los diferentes ensayos llevados a cabo han sido realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Privada San Pedro sede Huaraz, paralelamente se llevó a cabo el ensayo de compresión axial en laboratorio privado de la ciudad de Huaraz.

Ubicación De La Canteras

En la selección de la cantera se tomó como referencia la procedencia de los suelos utilizados y se pidió datos a los pobladores de dicho lugar de estudio luego se hizo el reconocimiento de la zona vecina, en una distancia fijada por facilidad de transporte lo cual conduciría a que no tengamos gastos innecesarios, debemos tener cuidado que la cantera no posea basura, piedras de dimensiones considerables, así mismo debemos elegir el lugar donde se hará moldear los adobes y para ello se debe de disponer de agua.

En la siguiente investigación se ha considerado una sola calicata que está ubicada en la parte sur a 50 metros del campo deportivo del Centro Poblado de Pongor, esto obedece a que el objetivo principal es conocer el tipo de tierra que la población del lugar hace uso para la fabricación del adobe, esta calicata ha sido seleccionada teniendo en cuenta que tenga la mayor propiedad de los demás terrenos que se ubican en la zona.

Ensayos De Laboratorio

Los ensayos llevados a cabo en esta investigación fueron llevados a cabo en los Laboratorios de la Universidad San Pedro Sede Huaraz excepto el ensayo de compresión diagonal lo cual fue llevado a cabo en un laboratorio de una empresa privada de la ciudad de Huaraz. Los ensayos de laboratorio representan en principio el método más confiable en la determinación de datos por ejemplo del tipo de suelo, de los esfuerzos admisibles y otros, ya sea con fines de cimentación o análisis de edificaciones u otras obras indicadas.

Análisis de las propiedades del suelo Procedimiento del Análisis Granulométrico

- a) La muestra es disgregada y separada cuarteándolo para tomar una muestra que sea más representativo posible.
- b) Se procede a tomar el peso de la muestra a ser experimentada.
- c) Una vez obtenida la muestra del cuarteo entonces se procede a lavar con abundante agua para ello se puede emplear el tamiz N°200 se lava hasta que el agua mantenga su transparencia.
- d) Seguidamente el material lavado se coloca al horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas.
- e) Sacado del horno se procede a pesar la muestra. Resultando el peso seco lavado del material
- f) Con la ayuda del técnico del laboratorio se procedió a colocar los tamices uno sobre otro en orden de mayor a menor
- g) Se empieza a mover los tamices para que la muestra del suelo proceda a bajar por cada una de ellas.
- h) Y por último pesamos las cantidades de materiales que fueron retenidos en cada malla o tamiz y anotamos estos datos para análisis granulométrico.

Procedimiento Límite Líquido

- a) Tomemos una muestra representativa del suelo húmedo y mézclense con una espátula, añadiendo agua hasta que adopte una consistencia suave y uniforme.
- b) Colocamos una porción de esta pasta en la copa de casa grande con un

espesor mínimo de cm. Y hágase con el ranurador apropiado la ranura correspondiente, el ranurador deberá mantener en todo el recorrido normal a la superficie interior de la copa.

- c) Acciónese la copa a razón de dos golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que la parte inferior del talud de la ranura se cierre 1.27 cm. (0.5”). La ranura deberá cerrarse por flujo de suelo y no por deslizamiento del mismo respecto a la copa.
- d) Repitamos las etapas anteriores teniendo un suelo con otros contenidos de agua. Para humedecer el suelo, usamos un gotero, remoldiando la pasta hasta que el agua añadida quede uniformemente incorporada. Para secar el suelo use la espátula remezclando de modo que se produzca evaporación, en ningún caso se secará la muestra en un horno o sometiéndola a ningún proceso de evaporación violenta. De esta manera, deberá tenerse como mínimo, cuatro valores del número de golpes correspondientes a cuatro diferentes contenidos de humedad, comprendidos entre 6 y los 35 golpes.
- e) Con los datos obtenidos procedemos a graficar la curva de fluidez.

Procedimiento Límite Plástico

- a) La muestra de ensayo se prepara de manera idéntica a la descrita en el límite líquido, o bien puede usarse la misma muestra que se usó en ese ensayo, en la etapa en que la pasta de suelo se vuelva lo suficientemente plástica para moldearla como una esfera.
- b) Se toma una porción de suelo de aproximadamente 1 cm³, se amasa entre las manos y se hace rodar con la palma de la mano o la base del pulgar, por sobre la superficie de amasado, formando un cilindro. Cuando se alcance un diámetro aproximado a 3 mm. Se dobla y amasa nuevamente, para volver a formar el cilindro, lo que se repite hasta que el cilindro se disgregue al llegar al diámetro de 3 mm. En trozos de tamaño de 0,5 a 1 cm. de largo y no pueda ser reamasado ni reconstituido.
- c) El contenido de humedad que tiene el suelo en ese momento representa el

límite plástico, el cual se determina colocando las fracciones de suelo en un recipiente, secándolas al horno.

- d) Se deben hacer tres determinaciones que no difieran entre sí en más de 2%, en caso contrario deberá repetirse el ensayo.

Proceso Manual De Extracción De Fibra De Maguey

Para la elaboración de adobes reforzados con fibras de maguey se recogieron las hojas de maguey (pencas) del Centro poblado de Pongor – Huaraz –Ancash.

La obtención de las fibras de maguey se realizó de la siguiente manera:

- a) Se cortó las hojas de maguey con mucho cuidado se recomienda hacerlo este proceso con guantes como equipo de protección.
- b) Luego es llevado a campo abierto donde es machacado con un mazo de madera adecuado sobre un tablón de aproximadamente 2.10X0.20X0.05 m.
- c) Se procede a quitar la cutícula (aislante natural) con la lima en forma vertical apoyado en el tablón descrito anteriormente.
- d) Ahora con la ayuda del peine con cerdas de fierro cepillaremos con la finalidad de quitar los residuos que exceden de esta.
- e) Luego debe almacenarse dichas hojas en una batea llena de agua cubriéndola totalmente por un periodo de 7 días, durante este periodo los residuos de la fibra ya están en un proceso de descomposición quedando solo las fibras de maguey listas para ser lavadas y utilizadas para el propósito final.

Mezcla Para La Fabricación de las Muestras a Ensayar

- a) Se pesaron los materiales según corresponda.
- b) La tierra se procede a pasarla por la Zaranda N° 8 usando la plancha de batir, y una batea.
- c) Se procura pesar exactamente cada uno de los materiales en estado fresco sin humedad.
- d) Para el caso del Adobe Reforzado se corta la fibra de Maguey de 11 – 12 cm de longitud aproximadamente.

- e) Mezclamos primeramente en seco la tierra con la paja en cantidades según la dosificación.
- f) Para el Adobe Patrón solo se usó tierra y Paja en cantidades óptimas.
- g) Para el caso del adobe reforzado agregamos fibra de maguey en la cantidad indicada según la dosificación procurando que no haya grumos en la fibra.
- h) En ambos casos adicionamos agua en cantidad óptima.
- i) Revolvemos la mezcla con plancha de batir hasta obtener una mezcla uniforme y pastosa.
- j) Dejamos dicha mezcla por un periodo de 24 horas de reposo.

Previo al moldeo de las mezclas para elaborar el adobe patrón y reforzado, se debe determinar un lugar adecuado para el moldeo del adobe, debe ser un lugar donde exista un piso plano y procurar que no exista ninguna filtración, debe estar libre de impurezas, así mismo no debe existir el peligro del paso de personas, animales entre otros.

Una vez adecuado el lugar donde se moldean los adobes para ello se realiza lo siguiente:

- a) Humedecer el molde del adobe.
- b) Colocar adecuadamente el molde del Adobe donde se ubica hasta su secado final.
- c) Verter la mezcla en el molde procurando que no exista ningún desperdicio.
- d) Compactar ligeramente ayudándonos con un fierro de ½” liso.
- e) Nivelar con una regla de metal la parte superior con la finalidad de que no
- f) exista ninguna mezcla por encima del molde.
- g) Retirar el molde con mucho cuidado procurando un retiro uniforme.

Fabricación De Muestras Representativas

Cubos Representativos de 8x8x8

Estas muestras fueron fabricadas íntegramente con la tierra de la cantera seleccionada en el lugar de estudio, la finalidad principal de la fabricación de estas muestras representativas fue para poder realizar el ensayo de resistencia a la compresión de la unidad. Para el caso de adobe patrón se utilizó tierra y paja no se adicione ningún refuerzo. En el caso del Adobe reforzado se adicione fibras de maguey en un 2% en peso.

Debemos indicar también que los materiales utilizados en la fabricación de estos cubos representativos son igual a los adobes comunes fabricados en el lugar de estudio, estas 06 muestras fueron hechos en el mismo día en el lugar de estudio, las dimensiones obedecen a lo establecido en la Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Adobes Representativos de 8x16x32

Estas muestras fueron fabricadas igual que los cubos con la tierra de la cantera seleccionada en el lugar de estudio, para el Adobe Patrón se utilizó tierra y paja no adicionando ningún refuerzo tampoco algún aditivo.

En el caso del Adobe reforzado se adicione al adobe además de paja en igual proporción al adobe patrón o normales fibras de maguey en un 2% en peso, estos Adobes fueron elaborados en un lugar adecuado igual que los cubos las dimensiones obedecen a lo establecido en la Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Elaboración De Pilas

Con el ensayo de pilas se pretende establecer las relaciones carga deformación y determinar el módulo de elasticidad a la compresión que tendría el adobe en su conjunto.

Las pilas tanto de adobes patrón y adobes reforzados estuvieron conformadas por cuatro adobes así para obtener una relación de esbeltez (altura/espesor) aproximadamente igual a 2.37, el espesor de la junta fue de 2 cm.

Este ensayo se llevó a cabo en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Privada San Pedro sede Huaraz, para dicho ensayo se utilizó una máquina de compresión, para transmitir la carga axial en la pila de adobes.

El tiempo de secado del mortero tanto en adobes normales y adobes reforzados con fibra de maguey ha sido de 30 días y el número mínimo de pilas ensayados ha sido de tres (3). Mediante estos ensayos se ha obtenido es esfuerzo ultimo f_m en compresión de la pila, considerándose aquel valor que sobrepasa en 2 de las 3 pilas ensayadas.

Es esfuerzo admisible a compresión del muro (f_m) se obtuvo con la siguiente expresión:

$$f_m = 0.25 f'_m$$

Donde

f'_m = esfuerzo de compresión ultimo de pila

Construcción De Muretes De Adobe

Para obtener la resistencia a corte de la albañilería de adobe, la Norma E.080 indica que se pueden realizar ensayos de muretes en compresión diagonal, en un mínimo de tres especímenes.

Producto del ensayo se obtiene el valor $f't$ igual a la resistencia última a corte puro del adobe. Para adobes patrón y adobes reforzados con fibra de maguey. Durante el proceso

En este proyecto se construyeron 3 muretes de 0.66 x 0.66 m, con juntas de 1.5 cm de grosor tanto constructivo, al igual que el caso de las pilas, se verificó continuamente la verticalidad del murete conforme se iban levantando las hiladas y se usó el mismo mortero de barro que en la construcción del módulo.

Este ensayo se llevó acabo un laboratorio Particular de Mecánica de Suelos de la Ciudad de Huaraz, para dicho ensayo se utilizó una máquina de compresión diagonal para así transmitir la carga hacia el murete de adobes.

El tiempo de secado del mortero en los muretes tanto con adobes normales y adobes reforzados con fibra de maguey han sido de 30 días y el número mínimo de muretes ensayados fueron de tres (3). Para llevar acabo dicho ensayo fue necesario la colocación de capping en las diagonales justo en la parte donde se apoyara para su debida compresión.

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

$$\text{expresión: } V_m = 0.4 f't$$

Donde:

$f't$ = Esfuerzo último del murete de ensayo.

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

RESULTADOS

Tabla N°2. Clasificación Del Suelo Del Lugar De Estudio.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	MUESTRA M-1	
	UBICACIÓN: C P PONGOR	PONGOR	
	PROFUNDIDAD. (m): 1.20		
	ABERTURA (mm)	RET.	% QUE PASA
3"	76.200	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	100.00
2"	50.800	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	100.00
1"	25.400	-	100.00
3/4"	19.050	-	100.00
1/2"	12.700	-	100.00
3/8"	9.525	-	100.00
1/4"	6.350	0.36	99.64
N° 4	4.760	0.61	99.03
N° 10	2.000	7.96	91.07
N° 20	0.840	4.26	86.82
N° 30	0.590	6.15	80.67
N° 40	0.426	16.32	64.35
N° 60	0.250	4.31	60.04
N° 100	0.149	8.31	51.73
N° 200	0.074	6.35	45.38
- N° 200	-	45.38	99.64
LIMITE LIQUIDO (%)		38.03	
INDICE PLASTICO (%)		14.26	
CLASIFICACION SUCS		SC	
CLASIFICACION AASHTO		A-6(3)	
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			
ABRASION (%)			
MATERIA ORGANICA		Aceptable	

INTERPRETACION: Según el sistema de clasificación SUCS la muestra analizada es del tipo "SC" que significa mezcla de arena arcilla según el sistema AASHTO la muestra analizada es del tipo A-6(3) el cual significa que es un suelo de tipo arcilloso. Estos suelos presentan generalmente grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo que no son recomendables para el uso de la fabricación de adobes.

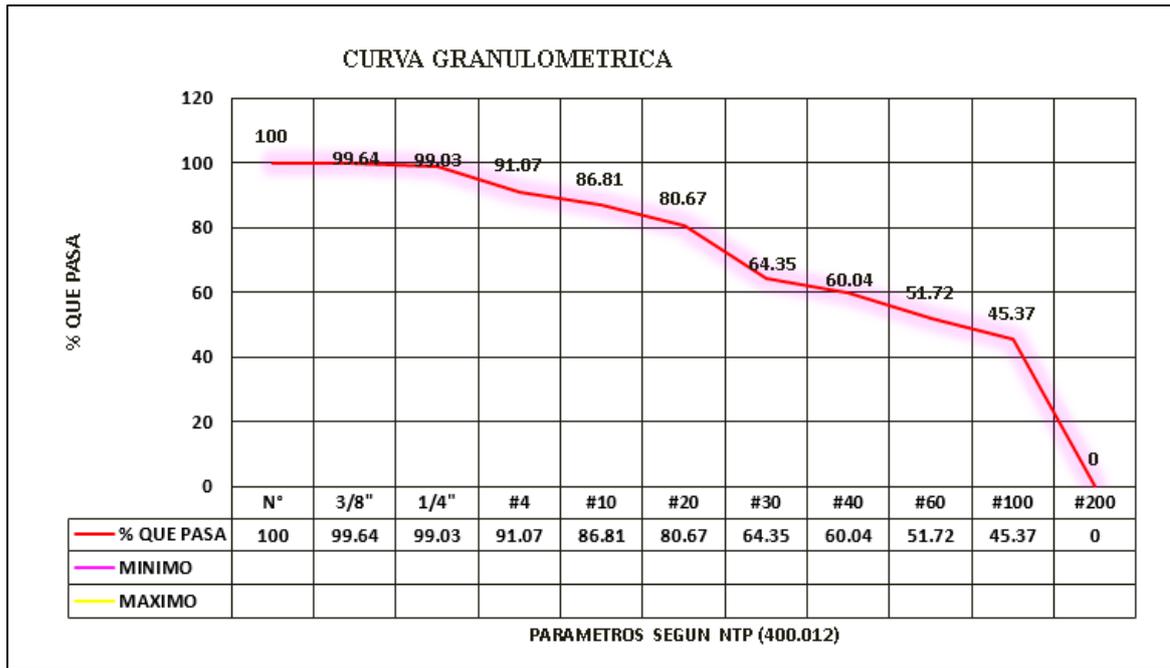


Grafico 16: Curva Granulométrica.

Fuente:Elaboración Propia.

INTERPRETACION: El análisis granulométrico se lleva a cabo con la finalidad de poder determinar la distribución de las partículas constituyentes según sus tamaños pues tal distribución muestra una aproximación de las propiedades físicas del material; en efecto, la experiencia indica que los suelos gruesos bien graduados, o sea con amplia gama de tamaños, tiene comportamiento ingenieril más favorable en la figura se observa que las partículas finas predominan en esta muestra.

Tabla 3. Contenido de Humedad ASTM D-2216-71

CALICATA		
RECIPIENTE N°	N°	N°
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	913.5	841
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	822.5	747.
PESO DE RECIPIENTE	169.5	168.
PESO DE AGUA	91.0	93.5
PESO SUELO SECO	653.0	578.
HUMEDAD (%)	13.9	16.15
HUMEDAD PROMEDIO	0.57	

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACION: El contenido de humedad nos muestra la cantidad de agua presente en una muestra de suelo en términos de su peso.

Tabla N° 4. LÍMITE LÍQUIDO

Limite Líquido				
N° DE TARRO		16	31	15
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	58.41	52.88	55.54
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	49.33	45.75	47.93
PESO DEL AGUA		9.08	7	7.61
PESO DEL TARRO	(g)	26.44	26.63	26.88
PESO DEL SUELO SECO	(g)	22.89	19.12	21.05
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.67	37.29	36.15
NUMERO DE GOLPES		1	2	3
		7	8	5

Limite Plástico				
N° DE TARRO		3	2	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31.42	31.22	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30.38	30.36	
PESO DEL AGUA		1.04	0	
PESO DEL TARRO	(g)	26.03	26.72	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.35	3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.91	23.63	

Fuente: Elaboración Propia

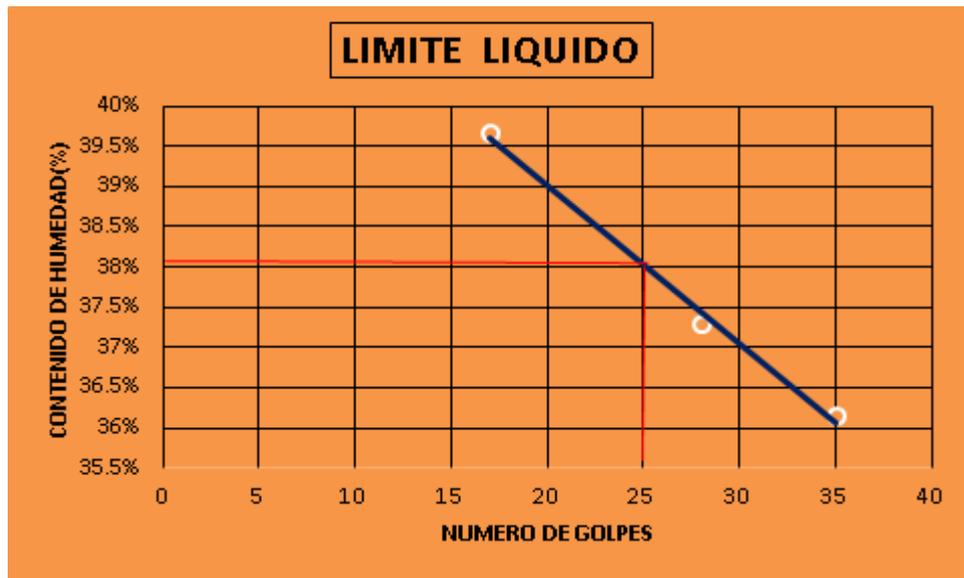


Gráfico 17: Contenido de Humedad a 25 Golpes.

Fuente: Elaboración Propia.

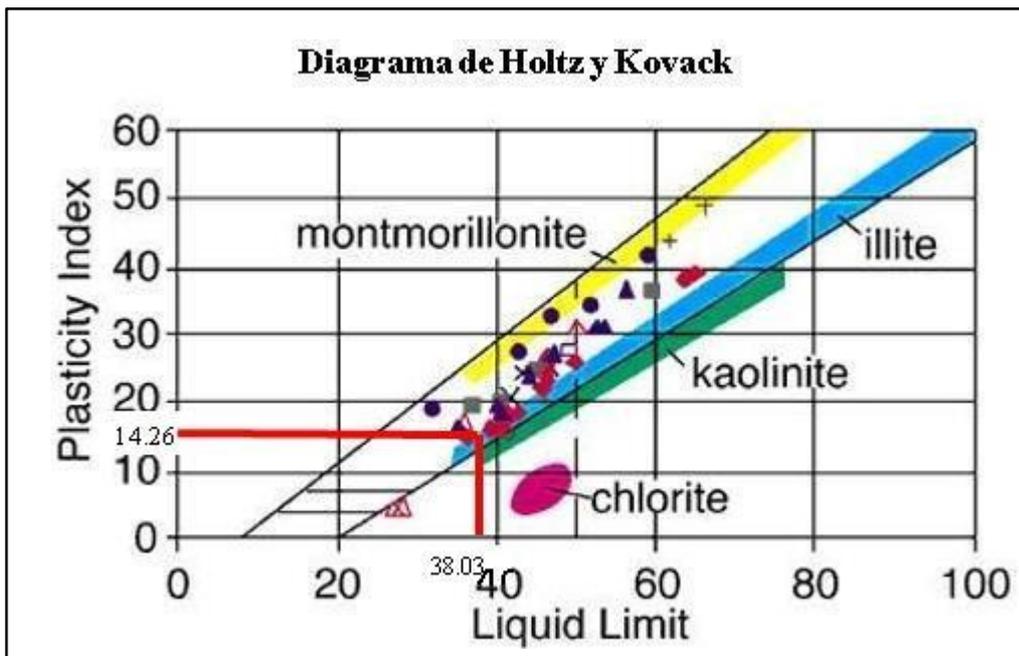


Gráfico 18: Diagrama de Holtz y Kovack

Fuente: httplo.php?pid=S0366-9132017000300318&cript=sci_arttext

INTERPRETACION:

De los ensayos realizados se pudo obtener un Límite Líquido (LL) de 38.03 y un Índice de Plasticidad (IP) de 14.26 con estos resultados nos dirigimos al diagrama de

Holtz y Kovack para poder determinar la ubicación de nuestra arcilla Por lo tanto podemos concluir que estamos en una arcilla de tipo Illite. Este tipo de arcilla es de mediana plasticidad.

Los materiales que tienen el Índice de plasticidad entre 1 y 7% se consideran débilmente de plástico y cuando son de 7 a 15% son moderadamente plástico y cuando poseen más del 15% de Índice de plasticidad se consideran altamente plástico y estas diferencias están relacionados principalmente con la distribución de tamaño de partícula.

Teniendo en cuenta el índice de plasticidad nos estaríamos ubicando que es una arcilla moderadamente plástico. La Illite es una arcilla expansiva que favorece la conformación de productos con una mayor resistencia mecánica después de prensado.

Ensayos De Resistencia A La Compresión

Tabla N°5. Resultado del Ensayo de Compresión de Cubos Sin Reforzamiento de fibra de Maguey.

UNIDAD DE CUBOS SIN REFORZAMIENTO						
Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm²)	P(kg)	fo (kg/cm²)
Muestra 1	8.00	8.00	8.00	64.00	833.60	13.03
Muestra 2	8.00	8.00	8.00	64.00	825.80	12.90
Muestra 3	8.00	8.00	8.00	64.00	837.80	13.09
Muestra 4	8.00	8.00	8.00	64.00	841.50	13.15
Muestra 5	8.00	8.00	8.00	64.00	835.00	13.05
Muestra 6	8.00	8.00	8.00	64.00	831.20	12.99
				Prom fo =	13.03	kg/cm²

Fuente:Elaboración Propia.

INTERPRETACION:

En la tabla anterior se observa que las muestras superan significativamente a la resistencia ultima que estipula la norma ($f_o=12 \text{ kg/cm}^2$). Si realizamos una comparación con el valor de la muestra N° 2 que viene a ser la muestra que tiene el valor mínimo en cuanto a su resistencia ultima estaremos superando en un 7.5% a lo que estipula la norma y si realizamos una comparación con el máximo de la resistencia que viene a ser de la muestra N° 4 estaremos superando en un 9.58% a lo estipulado en la norma.

Por lo tanto podemos concluir que estamos superando los parámetros establecidos en la norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones. A pesar de ser adobes patrón que no poseen ningún refuerzo adicional.

Tabla N°6. Resultado del Ensayo de Compresión de Cubos ConReforzamiento de fibra de Maguey.

UNIDAD DE CUBOS CON REFORZAMIENTO DE 2 % DE FIBRA DE MAGUEY						
Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Area (cm²)	P (kg)	fo (kg/cm²)
Muestra 1	8.00	8.00	8.00	64.00	937.50	14.65
Muestra 2	8.00	8.00	8.00	64.00	946.80	14.79
Muestra 3	8.00	8.00	8.00	64.00	939.20	14.68
Muestra 4	8.00	8.00	8.00	64.00	935.60	14.62
Muestra 5	8.00	8.00	8.00	64.00	944.30	14.75
Muestra 6	8.00	8.00	8.00	64.00	943.20	14.74
					Prom = 14.70 kg/cm²	

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACION:

En la tabla podemos observar que todas las muestras superan significativamente a la resistencia ultima ($f_o=12 \text{ kg/cm}^2$) que estipula la norma E.080. Si realizamos una comparación con el valor de la muestra N° 4 que viene a ser la muestra que tiene el valor mínimo en cuanto a su resistencia ultima estaremos superando en un 21.83% a lo que estipula la norma y si realizamos una comparación con el máximo de la resistencia que viene a ser de la muestra N° 2 estaremos superando en un 23.25% a lo estipulado en la norma.

Así mismo si realizamos la comparación con los resultados del ensayo de compresión de cubos sin reforzamiento de fibra de maguey podemos observar que los cubos de adobe reforzados superan significativamente en cuanto a la resistencia ultima es así que la muestra N°4 que es la que posee el valor más alto y si la comparamos con la muestra N° 4 que es la menor podemos observar que la muestra del cubo de adobe reforzado supera en 11.18%. Por lo tanto podemos concluir que estamos superando mucho más a los parámetros establecidos en la norma E.080 y además a los resultados de la resistencia ultima de los cubos de adobe sin reforzamiento.

Tabla N°7. Resultado del Ensayo de Compresión Axial de Pilas Patrón sin Reforzamiento.

UNIDAD DE PILAS PATRON SIN REFORZAMIENTO						
Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Area (cm²)	P (kg)	fm (kg/cm²)
Muestra 1	31.9	15.7	37.5	500.83	5040	10.063
Muestra 2	31.8	16.0	37.3	508.8	5090	10.004
Muestra 3	32.0	15.9	37.4	508.8	5095	10.014
Prom = 10.03 kg/cm²						

Fuente: Elaboración Propia.

El esfuerzo admisible a compresión del muro (fm) según la Norma E.080 se obtiene con la siguiente expresión:

$$f_m = 0.25 f'_m$$

f'm: Es el esfuerzo de compresión último de la pila. Que viene a ser el valor que sobrepasa en 2 de las 3 pilas ensayadas.

Para la Muestra N°1 $f_m = 0.25 f'_m$

$$f_m = 0.25 \times 10.063$$

$$f_m = 2.515 \text{ kg/cm}^2.$$

Para la Muestra N° 2 $f_m = 0.25 f'_m$

$$f_m = 0.25 \times 10.004$$

$$f_m = 2.501 \text{ kg/cm}^2.$$

Para la Muestra N° 3 $f_m = 0.25 f'_m$

$$f_m = 0.25 \times 10.014$$

$$f_m = 2.503 \text{ kg/cm}^2.$$

Por lo tanto el esfuerzo admisible (fm) de los ensayos de la pila de adobes sin reforzamiento sería 2.515 kg/cm².

Tabla N°8. Resultado del Ensayo de Compresión Axial de Pilas Con Reforzamiento de 2% de Fibra de Maguey.

UNIDAD DE PILAS CON REFORZAMIENTO DE 2 % DE FIBRA DE MAGUEY						
Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Area (cm²)	P (kg)	fm (kg/cm²)
Muestra 1	31.8	15.6	37.8	496.08	6320	12.740
Muestra 2	31.6	15.9	37.9	502.44	6280	12.499
Muestra 3	31.9	15.7	38.1	500.83	6450	12.879
Prom = 12.71 kg/cm²						

Fuente: Elaboración Propia.

Como en el caso anterior el esfuerzo admisible a compresión del muro (fm) según la Norma E.080 se obtiene con la siguiente expresión:

$$fm = 0.25 f'm$$

f'm: Es el esfuerzo de compresión último de la pila. Que viene a ser el valor que sobrepasa en 2 de las 3 pilas ensayadas.

Para la Muestra N° 1

$$fm = 0.25 f'm$$

$$fm = 0.25 \times 12.740$$

$$fm = 3.185 \text{ kg/cm}^2.$$

Para la Muestra N° 2

$$fm = 0.25 f'm$$

$$fm = 0.25 \times 12.499$$

$$fm = 3.124 \text{ kg/cm}^2.$$

Para la Muestra N° 3

$$fm = 0.25 f'm$$

$$fm = 0.25 \times 12.879$$

$$fm = 3.219 \text{ kg/cm}^2.$$

Por lo tanto el esfuerzo admisible (fm) de la pila de adobes con reforzamiento de fibra de Maguey vendría a ser 3.219 kg/cm². Se puede observar que se estaría superando tanto a lo estipulado en la norma y a la vez a lo del adobe patrón.

Tabla N° 9. Resultado Del Ensayo De Compresión Diagonal De Muretes Sin Reforzamiento.

UNIDADES DE MURETES PATRON SIN REFORZAMIENTO							
Muestras	Alto (cm)	Largo (cm)	Ancho Espesor(cm)	Área (cm²)	P (kg)	ft (kg/cm²)	ft prom. (kg/cm²)
Murete 1	66.1	65.9	15.8	1041.22	985.34	0.946	
Murete 2	66.3	66.0	16.2	1069.2	988.20	0.924	0.935
Murete 3	65.9	66.1	16.0	1057.6	989.00	0.935	

Prom ft = 0.935 kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia.

El esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) se obtiene de la expresión:

$$V_m = 0.4 f't$$

$f't$: Esfuerzo ultimo del murete de ensayo.

V_m del Murete 1

$$V_{m1} = 0.4 \times 0.946$$

$$V_{m1} = 0.378 \text{ kg/cm}^2$$

V_m del Murete 2

$$V_{m2} = 0.4 \times 0.924$$

$$V_{m2} = 0.369 \text{ kg/cm}^2$$

V_m del Murete 3

$$V_{m3} = 0.4 \times 0.935$$

$$V_{m3} = 0.374 \text{ kg/cm}^2.$$

Por lo tanto el esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) será 0.374 kg/cm². La norma sugiere que cuando no se realiza ensayos de compresión de muretes debemos tomar el esfuerzo admisible de 0.25 kg/cm². En nuestro caso estamos llegando a un valor de 0.374 kg/cm² el cual supera en un 49.6% a lo que sugiere la norma.

Tabla N° 10. Resultado Del Ensayo De Compresión Diagonal De Muretes Con Reforzamiento de 2% Fibra de Maguey.

UNIDADES DE MURETES CON REFORZAMIENTO DE 2 % DE FIBRA DE MAGUEY							
Muestras	Alto (cm)	Largo (cm)	Ancho Espesor(cm)	Área (cm²)	P (kg)	ft (kg/cm²)	ft prom. (kg/cm²)
Murete 1	65.8	66.1	16.0	1057.60	1087.8	1.029	1.028
Murete 2	65.7	65.9	16.1	1060.99	1086.5	1.024	
Murete 3	66.2	66.2	15.9	1052.58	1086.8	1.033	

Prom = 1.028 kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia.

El esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) se obtiene de la expresión:

$$V_m = 0.4 f't$$

$f't$: Esfuerzo ultimo del murete de ensayo.

V_m del Murete 1

$$V_{m1} = 0.4 \times 1.029$$

$$V_{m1} = 0.411 \text{ kg/cm}^2$$

V_m del Murete 2

$$V_{m2} = 0.4 \times 1.024$$

$$V_{m2} = 0.409 \text{ kg/cm}^2$$

V_m del Murete 3

$$V_{m3} = 0.4 \times 1.033$$

$$V_{m3} = 0.413 \text{ kg/cm}^2.$$

Por lo tanto el esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) será 0.413 kg/cm². La norma sugiere que cuando no se realiza ensayos de compresión de muretes debemos tomar el esfuerzo admisible de 0.25 kg/cm². En nuestro caso estamos llegando a un valor de 0.413 kg/cm² el cual supera en un 65.2% a lo que sugiere la norma.

Concluimos así que el esfuerzo admisible al corte de los muretes elaborados con adobes reforzados supera significativamente a lo que sugiere la norma y a la vez también supera a los del murete patrón.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La clasificación del suelo se llevó a cabo por dos sistemas: AASHTO (American Association of State Highway y transportation officials) de acuerdo con este sistema, el suelo es clasificado en siete grupos y ocho subgrupos. El otro sistema utilizado es el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) que nos permitió determinar con cierta certeza el comportamiento de los suelos de sus partículas gruesas mediante el análisis granulométrico que en la naturaleza son gravosos y arenosos cuya fracción acumulada retenida en la malla #200 representa más del 50% en peso así mismo de sus partículas finas que se determinó teniendo en cuenta que el 50% o más que pasa a través del tamiz N°200.

Para el grafico de la curva granulométrica se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel en el cual se le asigno datos tanto de los tamices como también de los pesos retenidos en dichos tamices, los demás análisis se realizaron mediante gráficos, tablas, promedios, porcentajes.

En el caso del análisis de las propiedades plásticas el criterio utilizado fue la capacidad que tiene el suelo para sufrir deformaciones sin llegar a agrietarse así mismo sin sufrir rebote elástico ni variación volumétrica considerable.

Sobre la fibra de maguey debe tener una apariencia seca a simple vista y estar libre de contenidos de impurezas, se recomienda trabajar con fibras obtenidas de hojas de maguey con más de tres meses de vida. Las fibras deben ser secadas al aire libre.

Para la elaboración de los adobes se cortó las fibras de maguey en longitudes entre 11 - 12 cm dado que las longitudes más pequeñas no garantizan que puedan soportar esfuerzos de tensión y las longitudes muy grandes no permiten el trabajo adecuado en la elaboración del adobe.

Los ensayos de suelos llevado a cabo en el laboratorio nos muestran que el suelo es de tipo arcilloso estos suelos presentan generalmente grandes cambios de

volumen entre los estados seco y húmedo que no son recomendables para el uso en la fabricación de adobes por ello se debe realizar una mejora considerable en cuanto a sus componentes para poder así ser utilizados.

La incorporación de la fibra de maguey en los adobes modifica la resistencia de ellas superando en un porcentaje considerable tanto a los adobes patrón sin reforzamiento y a lo establecido en la Norma E.080.

Las muestras representativas de cubos de adobe tanto los reforzados con fibra de maguey y los no reforzados que vienen a ser los cubos de adobe patrón fueron elaboradas con el propósito de determinar la resistencia a la compresión de la unidad que viene a ser un índice de la calidad y mas no de la albañilería. Los ensayos nos demuestran que los adobes reforzados superan significativamente tanto a los adobes patrón y a lo especificado en la norma E.080.

En el ensayo de resistencia a la compresión de las pilas de los adobes sin reforzamiento se obtiene un esfuerzo admisible de 2.515 kg/cm² mientras que en las pilas de adobe reforzados con fibra de maguey obtenemos un esfuerzo admisible de 3.219 kg/cm² con ello determinamos que las pilas hechas con adobes reforzados con fibra de maguey superan significativamente a las pilas patrón. Así mismo a los parámetros mínimos que especifica la norma.

En el ensayo de compresión diagonal de muretes sin reforzamiento se obtuvo un esfuerzo admisible mucho menor a lo que es el esfuerzo admisible en el ensayo de compresión diagonal de muretes con reforzamiento así mismo la norma sugiere que cuando no se realizan ensayo de compresión de muretes debemos tomar el valor de 0.25 kg/cm² como el esfuerzo admisible. Los ensayos nos demuestran que el esfuerzo admisible de los muros hechos con adobes reforzados supera no solo a lo que sugiere la norma sino también a los del muro patrón. Evidenciando así que es conveniente reforzar los adobes con fibra de maguey en el porcentaje indicado. Así mismo en los ensayos llevados a cabo tanto de los muros reforzados y en los no reforzados se pudo observar que las fallas tuvieron diferentes características físicas.

CONCLUSIONES

Los adobes tradicionales ofrecen pocas ventajas arquitectónicas y estructurales en la construcción de viviendas generalmente se puede construir viviendas de solo dos niveles.

El análisis granulométrico llevado a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos se pudo determinar la distribución de las partículas constituyentes de la muestra del suelo según sus tamaños pues tal distribución nos muestra una aproximación de las propiedades físicas del material; en efecto, se pudo determinar la curva granulométrica y que en este estudio predominan las partículas finas. Contradiendo así a la experiencia que indica que los suelos gruesos bien graduados, o sea con amplia gama de tamaños, tiene comportamiento ingenieril más favorable.

El resultado del límite líquido nos muestra el porcentaje de agua con el que nuestro suelo cambia de su estado líquido a un estado plástico y el límite plástico nos muestra el porcentaje de agua con el que nuestro suelo cambia de su estado plástico a un estado semisólido.

Según el sistema de clasificación SUCS la muestra analizada es del tipo “SC” que significa mezcla de arena arcilla según el sistema AASHTO la muestra analizada es del tipo A-6(3) lo cual significa que es un suelo de tipo arcilloso.

Este tipo de suelos presentan generalmente grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo que no son recomendables para el uso de la fabricación de adobes.

En el cuadro de resultados podemos observar que todas las muestras superan significativamente a la resistencia última ($f_o=12 \text{ kg/cm}^2$) que estipula la norma E.080. Luego de haber realizado la comparación de la muestra N° 4 que tiene el valor mínimo en cuanto a su resistencia última estaremos superando en un 21.83% a lo que estipula la norma y haciendo una comparación con el máximo de la resistencia que viene a ser de la muestra N° 2 estaremos superando en un 23.25% a lo estipulado en la norma.

Así mismo si realizamos la comparación con los resultados del ensayo de compresión de cubos sin reforzamiento de fibra de maguey podemos observar que

los cubos de adobe reforzados superan significativamente en cuanto a la resistencia ultima de los cubos de adobe con reforzamiento es así que la muestra N°4 que es la que posee el valor más alto y comparando con la muestra N° 4 que es la que posee el menor valor podemos observar que la muestra del cubo de adobe reforzado supera en un 11.18%.

Por lo tanto podemos concluir que estamos superando mucho más a los parámetros establecidos en la norma E.080 y además a los resultados de la resistencia ultima de los cubos de adobe sin reforzamiento

En cuanto a la resistencia a la compresión Axial de las pilas cuyas unidades de adobes han sido reforzadas con fibra de Maguey al 2% y unidas con mortero Tipo II, en este proyecto se ha obtenido el valor del esfuerzo admisible (f_m) de 3.219 kg/cm² que es mucho mayor de 2 kg /cm², lo que especifica la norma E.080. En cuanto a las pilas cuyas unidades de adobes no han sido reforzadas se ha obtenido el esfuerzo admisible de 2.515 kg/cm². Con estos datos se concluyó que las pilas de adobe reforzadas con fibra de maguey superan significativamente tanto a lo que estipula la norma como también a lo que a las pilas cuyas unidades no han sido reforzadas.

En el ensayo de la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de los adobes patrón el esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) es 0.374 kg/cm². La norma sugiere que cuando no se realiza ensayos de compresión de muretes debemos tomar el esfuerzo admisible de 0.25 kg/cm². En este caso se llegó a un valor de 0.374 kg/cm² el cual supera en un 49.6% a lo que sugiere la norma.

En el caso de los muretes cuyas unidades de adobes han sido reforzadas con 2% con fibras de maguey y unidas con mortero Tipo II, el esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) es 0.413 kg/cm². La norma sugiere que cuando no se realiza ensayos de compresión de muretes debemos tomar el esfuerzo admisible de 0.25 kg/cm². En nuestro caso estamos llegando a un valor de 0.413 kg/cm² el cual supera en un 65.2% de lo que sugiere la norma.

Concluimos así que el esfuerzo admisible al corte de los muretes elaborados con adobes reforzados y unidas con mortero Tipo II supera significativamente a lo que sugiere la norma y a la vez también supera a los del murete patrón.

RECOMENDACIONES

Optar nuevos materiales alternativos de reforzamiento de los bloques de adobe, teniendo en cuenta que dichos materiales son de la zona.

La Universidad debe promover los trabajos de investigación teniendo una partida especial para el financiamiento de algunas tesis especialmente si es de investigación el conlleva gastos considerables.

La aplicación de los nuevos trabajos de investigación debe seguir en otras localidades rurales de la región Ancash con la finalidad de obtener nuevos resultados y contrastar con los resultados obtenidos en el presente trabajo de Investigación.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de Investigación deben hacerse conocer a los pobladores del Centro Poblado de Pongor con la finalidad de mejorar la calidad de las futuras construcciones de casas de Adobe.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que hicieron posible mi formación profesional: catedráticos, funcionarios que me dedicaron su tiempo. A mis compañeros de aula que ahora son mis amigos por estar siempre en momentos difíciles y siempre contribuyendo a la solución de los problemas, a mi asesor de tesis, ing. Miguel Solar Jara por su apoyo incondicional para la elaboración de la presente tesis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blondet, M., Vargas., Tarque, N. (2010). Casas Sismoresistentes y Saludables de Adobe Reforzado con Cuerdas. Recuperado de http://files.pucp.edu.pe/posgrado/wp-content/uploads/2015/09/24233900/Manual-Construcci%C3%B3n-Adobe-reforzado-con-mallas-de-Driza_-final.compressed.pdf

Braja, M. (2001). Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Recuperado de https://www.google.com/search?client=Firefox-b&ei=%20GWpD5HYzwK8sIGQBA&q=braja+das+pdf&oq=braja&gs_l=psy-ab.3.1.0I10.68902.70603.0.74511.5.4.0.1.1.0.148.557.0j4.4.0...0...1c.1.64.psy-ab..0.5.563...0i67k1j0i131k1j0i3k1j0i131i67k1.0.5Q-TQabFd60&gfe_rd=cr&dcr=0YUD

Contreras, O. (2012). Guía de Construcción Antisísmica para Albañilería de Adobe. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/95929501/Monografia-2012-Final>

Huanca, A. (2005). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Recuperado de <https://es.slideshare.net/YeseSaulo/mecnica-de-suelos-y-cimentaciones-ing-angel-huanca-borda>

INRENA. (2016) *Instituto Nacional de Recursos Naturales*. Recuperado de <http://www.minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/210-especiales/resultados-al-2008/1981-instituto-nacional-de-recursos-naturales-inrena>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2009). *Censos Nacionales 2009:XI de Población y VI de Vivienda*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/censos/>

Juárez, E., Rico, A. (2005). *Mecánica Tomo 1 Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/alejandrocarrillo19/mecanica-de-suelos-juarez-badillo-15294009>

Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., Irala, C. (2010), *Manual Para la Construcción de Viviendas de Adobe.* Recuperado de <https://es.scribd.com/document/36244830/Manual-para-la-construcción-de-viviendas-en-Adobe>

Navas, E., Cisneros, J., Nolasco, G. (2010), *Adobe o Barro en Crudo Sistemas Constructivos.* Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/29401776/Adobe-o-Barro-en-Crudo>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2008). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, Perú.

Roux, G., Espuna, M. (2012). *Bloques de Tierra Comprimida adicionados con fibras naturales.* Recuperado de <http://riuat.uat.edu.mx/bitstream/123456789/1500/.pdf>

SENCICO. (2008). Norma Técnica E.080.

Vargas, J. (1978). *XIX Jornada Sudamericana de Ingeniería Estructural.* Santiago de Chile.

ANEXOS

Panel Fotográfico



Imagen 01:
Vista de la
Excavación
Inicial en la
Cantera del
Centro Poblado
de Pongor –
Huaraz.



Imagen 02:
En la
imagen se
observa la
Preparación
Inicial del
barro para la
fabricación
de los
Adobes.



Imagen 03: En la imagen podemos ver la toma de peso para la fabricación de las muestras de Adobe.



Imagen 04: En la imagen podemos ver la toma de Peso de la muestra para su posterior ensayo.



Imagen 05: En la imagen se observa la Adobes en estado inicial.



Imagen 06:
En la imagen podemos observar el lavado de la muestra con fines de ensayos posteriores.



Imagen 07: En la imagen se observa el acondicionamiento de la muestra en el Horno para su posterior determinación de Contenido de Humedad.



Imagen 08: En la imagen podemos observar la composición granulométrica de la Muestra.



Imagen 09: En la imagen se aprecia la preparación de la muestra para determinar las propiedades generales de la muestra.



Imagen 10: En la imagen observamos la adición de agua a la muestra para determinar la plasticidad.



Imagen 11: En la imagen se observa el ensayo de límite Líquido mediante la copa de Casagrande.



Imagen 12: En la imagen se observa el ensayo de límite Plástico



Imagen 13: En la imagen se observa el peso Inicial de la fibra de Maguey Para las muestras iniciales.



Imagen 14: En la imagen se observa los 6 cubos para su posterior ensayo.



Imagen 15: En la imagen se aprecia los cubos listos para su ensayo debidamente prismáticos.



Imagen 16: En la imagen se observa la Preparación de las pilas de adobes para su posterior ensayo.



Imagen 17: En la imagen se observa la Preparación de los muretes de Adobes.



Imagen 18:
En la imagen se observa el ensayo de los cubos de Adobe.



Imagen 19: En la imagen se observa el ensayo de las pilas de Adobes.



Imagen 20: En la imagen se observa la posición Inicial del Murete para su respectivo Ensayo.



Imagen 21: En la imagen se observa la Falla Característica de las Pilas con adobes sin ningún Refuerzo.



Imagen 22: En la imagen se observa la Falla Característica de las Pilas con adobes con Refuerzo de Fibra de Maguey.



Imagen 23: En la imagen se observa la Falla Característica de los Muretes de adobe sin Refuerzo.



Imagen 24: En la imagen se observa la Falla Característica de los Muretes con adobes con Refuerzo de Fibra de Maguay.

10.2. - Certificados De Laboratorio