



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERECTORADO DE INVESTIGACION**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**ANÁLISIS Y DISEÑO SISMO RESISTENTE  
EN ADOBE**

**PRESENTADO POR**

**BACHILLER NATALIA BIANCA OTAZU ZUNI**

**ASESOR**

**ING. RENÉ HERADIO FLORES PAURO**

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**MOQUEGUA – PERU**

**2017**

# CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
PORTADA	
Página de Jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Contenido.....	iii
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vi
Índice de ecuaciones.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS

2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos.....	2

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1. Marco Teórico.....	3
3.1.1. Consideraciones Básicas.....	4
3.1.2 Requisitos de los materiales.....	6
3.1.3 Criterios de Configuración.....	9
3.1.4. Sistemas Estructurales.....	22
3.1.5. Esfuerzos de Rotura Mínimos.....	29
3.1.6. Esfuerzos Admisibles.....	30
3.1.7. Condiciones de la tierra .....	30
3.1.8. Calidad, preparación, formas y dimensiones del adobe.....	31
3.1.9. Calidad, preparación y espesor del mortero.....	34
3.2. Caso Practico.....	34
3.3. Representación de Resultados.....	52

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. Conclusiones.....	53
4.2. Recomendaciones.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Número de pisos.....	5
Tabla 2. Factor de suelo (S).....	15
Tabla 3. Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación.....	15
Tabla 4. Coeficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de adobe.....	16
Tabla 5. Calculo de densidad de muros en el eje X.....	44
Tabla 6. Calculo de densidad de muros en el eje Y.....	44
Tabla 7. Peso de muros en el eje X.....	48
Tabla 8. Peso de muros en el eje Y.....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Mapa de zonificación sísmica, Según Norma E.030.....	4
Figura 2. Cilindro de 2 mm de diámetro.....	7
Figura 3. Prueba “Cinta de barro”.....	7
Figura 4. Bolita de tierra de la zona.....	8
Figura 5. Prueba “Presencia de arcilla”.....	8
Figura 6. Límites Geométricos de muros y vanos.....	10
Figura 7. Idealización de viga collar.....	13
Figura 8. Ejemplo esquemático de un tipo de viga collar.....	14
Figura 9. Vivienda deteriorada.....	16
Figura 10. Esquema 1 de refuerzo con caña para adobe.....	19
Figura 11. Esquema 2 de refuerzo con caña para adobe.....	20
Figura 12. Esquema 2 de refuerzo con caña para adobe.....	21
Figura 13. Esquema de cimentación.....	24
Figura 14. Bloque de adobe.....	31
Figura 15. Herramientas para la elaboración del bloque de adobe.....	32
Figura 16. secado correcto del bloque de adobe.....	33
Figura 17. Planta de la edificación a analizar.....	34
Figura 18. Planta simétrica.....	36
Figura 19. Configuración de Vivienda Unifamiliar de 1 piso.....	38
Figura 20. Tipificación de muros para el cálculo de densidades mínimas.....	43
Figura 21. Diseño de refuerzo a utilizar.....	46
Figura 22. Área de planta.....	47
Figura 23. Resultados del ejercicio práctico.....	52

## ÍNDICE DE ECUACIONES

	<b>Pág.</b>
Ecuación 1. Espesor mínimo de muro.....	9
Ecuación 2. Esbeltez vertical.....	11
Ecuación 3. Esbeltez horizontal.....	11
Ecuación 4. Esbeltez vertical & Esbeltez horizontal .....	12
Ecuación 5. Parámetros de Esbeltez vertical .....	12
Ecuación 6. Parámetros de Esbeltez horizontal .....	12
Ecuación 7. Fuerza sísmica horizontal .....	14
Ecuación 8. Profundidad mínima del cimiento .....	22
Ecuación 9. Ancho mínimo del cimiento .....	22
Ecuación 10. Altura mínima del sobrecimiento .....	23
Ecuación 11. Ancho mínimo del sobrecimiento .....	23
Ecuación 12. Área transversal de los muros de adobe.....	26
Ecuación 13. Módulo de elasticidad .....	29
Ecuación 14. Guadua: Resistencia última .....	30
Ecuación 15. Carrizo o Caña Brava: Resistencia última .....	30
Ecuación 16. Sogas sintéticas o drizas su resistencia última .....	30
Ecuación 17. Vano de ventanas.....	39
Ecuación 18. Ancho de muro efectivo .....	39
Ecuación 19. Relación de longitud de muro y fuerza sísmica horizontal .....	40
Ecuación 20. Densidad mínima de muros horizontales.....	44
Ecuación 21. Densidad mínima de muros verticales .....	45
Ecuación 22. Peso total de la edificación.....	49
Ecuación 23. Cortante.....	51

Ecuación 24. Esfuerzo admisible corte .....	51
---	----

## RESUMEN

Es una palpable realidad que en nuestro país existen muchas viviendas construidas con adobe, en su mayoría todas estas en zonas rurales. La mayor preocupación es su vulnerabilidad ante los desastres naturales como los huaycos, aluviones, deslizamientos y sobre todo los sismos; ya que, estas viviendas no son previamente diseñadas, antes de su construcción. En el año 1970, el 31 de Mayo, 03:23 p.m. se produjo un terremoto y aluvión en la ciudad de Huaraz, siendo este el sismo más destructivo de la historia del Perú. Tras el evento desastroso que daño las construcciones de tierra, es que el gobierno, universidades y profesionales reaccionaron e iniciaron las investigaciones con construcciones de tierra. La Norma Técnica E.080 “Adobe”, se ha actualizado después de 18 años, siendo el terremoto de Ica en el año 2007, nuevo motivo de investigación de los comportamientos de las construcciones con tierra. La RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 121-2017-VIVIENDA, publicada el año 2017 el 05 de Abril, donde aprueba la modificación de la denominación y contenido de la Norma Técnica E.080, como “Diseño y Construcción con tierra reforzada”. Esta actualización de la norma nos permite apreciar el cambio de las disposiciones de los reforzamientos en las construcciones de tierra y por primera vez nos muestra la técnica del Tapial, además del adobe el cual es tema de desarrollo del presente proyecto. Bajo esta actualización de la Norma Técnica E.080 es que se plantea un modelo Sismo resistente de una vivienda Unifamiliar de adobe, construida en una zona rural, de zonificación sísmica 3, en la ciudad de Puno.

**Palabras clave:** albañilería, norma, elásticamente, confinada, desplazamiento.



## ABSTRACT

It is a palpable reality that in our country there are many houses built with adobe, mostly all of these in rural areas. The greatest concern is their vulnerability to natural disasters such as mudslides, mudslides, landslides and, above all, earthquakes; since, these houses are not previously designed, before its construction. In the year 1970, on May 31, 03:23 p.m. an earthquake and alluvium occurred in the city of Huaráz, this being the most destructive earthquake in the history of Peru. After the disastrous event that damaged the earth constructions, it is that the government, universities and professionals reacted and started the investigations with earth constructions. Technical Standard E.080 "Adobe" has been updated after 18 years, the Ica earthquake being in 2007, a new reason for investigating the behavior of buildings with land. MINISTERIAL RESOLUTION N ° 121-2017-VIVIENDA, published in 2017 on April 05, where it approves the modification of the name and content of Technical Standard E.080, such as "Design and Construction with Reinforced Earth". This update of the standard allows us to appreciate the change of the provisions of the reinforcements in the earth constructions and for the first time it shows the technique of the Tapial, in addition to the adobe which is the subject of development of the present project. Under this update of Technical Standard E.080 is that a resistant earthquake model of a single-family adobe house, built in a rural area, seismic zoning 3, in the city of Puno.

**Keywords:** masonry, rule, elastically, confined, displacement.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo tiene como objetivo el análisis y diseño sismorresistente en adobe de una vivienda Unifamiliar de adobe, construida en una zona rural, de zonificación sísmica 3, en la ciudad de Puno.

Para el análisis y diseño sismorresistente, se ha planteado muros de un espesor de 0,40 m, debido a que las construcciones de tierra no tienen diafragmas horizontales rígidos a nivel de los techos y son los muros los elementos más importantes de la estructura de una edificación de tierra reforzada.

Con la finalidad de plantear un modelo sismorresistente en adobe se presenta el proyecto que a continuación se desarrolla.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS**

#### **2.1 Objetivo general**

Analizar y diseñar el comportamiento sísmico de una edificación unifamiliar de adobe de un piso, aplicando la actualización de la Norma Técnica E.080 “Diseño y Construcción con tierra reforzada”

#### **2.2 Objetivos específicos**

Verificar que los muros diseñados correctamente de la una vivienda de adobe de un piso, sean capaces de resistir fuerzas horizontales de sismo; ya que, no se cuenta con un diafragma horizontal rígido de entrepiso.

Analizar si los muros transversales diseñados de una vivienda de adobe de un piso se comportan como refuerzo vertical y asumen fuerzas horizontales de sismo.

Diseñar la cimentación correcta para una vivienda unifamiliar de adobe de un piso, para que se comporte como aislamiento entre el terreno natural y la estructura de adobe para evitar el deterioro de los bloques.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Marco Teórico**

Las edificaciones de albañilería de adobe en nuestro país, son muy importantes y no solo por su baja economía para su construcción, más que todo en zonas rurales, sino también por el patrimonio cultural de nuestros antepasados.

Según la Norma Técnica E.080 define al adobe (Técnica) como “Técnica de construcción que utiliza muros de albañilería de adobes secos asentados con barro”, bajo esta premisa; es que, se enfoca el análisis y diseño sismorresistente en las edificaciones de adobe.

Debido a los bloques de adobes secos, con los que son construidas estas edificaciones, por naturaleza no pasan por procesos de cocción; si no que, estos son elaborados manualmente con tierra. Es por ello, que para poder mejorar y garantizar la resistencia de las edificaciones de adobe, ante fuerzas sísmicas horizontales, y también a eventos como los huaycos, aluviones, y deslizamientos; es que se debe partir desde el estudio de la elaboración de los materiales de tierra.

### 3.1.1 Consideraciones Básicas

Una de las principales causas de los colapsos de las viviendas de adobe es su ubicación. Para que las edificaciones de adobe puedan resistir los ataques de los fenómenos naturales, u otros agentes externos con elevado riesgo de desastre, los cuales produzcan su colapso o deterioro de la estructura, no se debe de construir en zonas, donde ya se haya evidenciado inundaciones, avalanchas, aluviones o huaycos. Ni mucho menos en zonas geológicamente inestables.

La Norma E.080 indica que el número de pisos a edificar de una vivienda de adobe, está directamente relacionado a la zona sísmica donde se construya, indicada en la norma E.030. En la figura 1 se aprecia el Mapa de zonificación sísmica de acuerdo a la norma E.030.



Figura 1. Mapa de zonificación sísmica

Fuente: NORMA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2017

**Tabla 1**

*Número de pisos*

<b>Zona Sísmica</b>	<b>Pisos</b>
4	1
3	1
2	2
1	2

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

Los distritos y las provincias que conforman cada zona sísmica se ubican en el ANEXO N°1 ZONIFICACIÓN ÍSMICA, de la Norma E.030.

Luego de evaluar la zona donde se va a cimentar y el número de pisos a construir se debe de indagar sobre la calidad del suelo, el cual soportara todas las cargas de la edificación. Para resguardarla se debe de cimentar en suelos firmes y medianamente firmes, no incluye a los suelos granulares sueltos, cohesivos blandos ni arcillas arenosas. Se restringe la construcción de viviendas de adobe en suelos arenosos sueltos por peligros de licuación del suelo.

El diseño estructural de una edificación de adobe está basado en:

- a. Resistencia.
- b. Estabilidad.
- c. Comportamiento sísmico (Esfuerzos Compatibles).

El análisis debe estar basado en comportamientos elásticos.

### **3.1.2 Requisitos de los materiales**

#### **3.1.2.1 Tierra.**

La tierra es uno de los materiales más importantes para la construcción de los bloques de adobe, por lo tanto es fundamental verificar la suficiente presencia de arcilla en ella.

La mayoría de veces lo ideal es utilizar la tierra propia de lugares cercanos a la construcción de la vivienda, por razones económicas de la población que requiere necesariamente la construcción de su propia vivienda en lugares rurales alejados, donde el acceso al material de construcción es limitado.

Para verificar la suficiente presencia de arcilla, la Norma E.080 indica dos pruebas in situ, que a continuación se presentan:

Según la Norma E.080:

- *Prueba “Cinta de Barro”.*

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

Utilizando una muestra de barro con una humedad que permita hacer un cilindro de 12 mm de diámetro, colocado en una mano, aplanar poco a poco entre los dedos pulgar e índice, formando una cinta de 4 mm de espesor y dejándola descolgar lo más que se pueda.

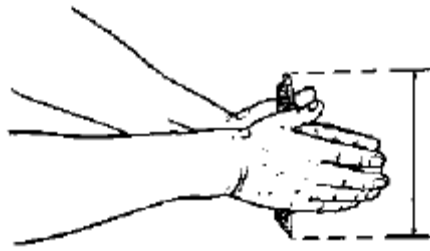


Figura 2. Cilindro de 2 mm de diámetro

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

Si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm de longitud, el suelo es muy arcilloso. Si se corta a los 10 cm o menos, el suelo tiene poco contenido de arcilla.



Figura 3. Prueba “Cinta de barro”

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

- Prueba “Presencia de Arcilla” o “Resistencia Seca”.

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



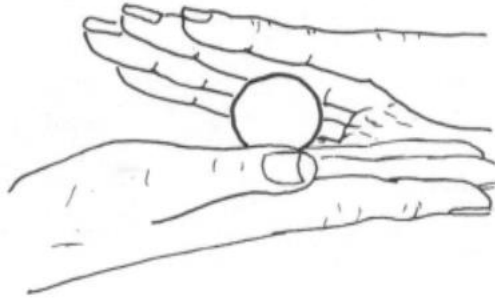


Figura 4. Bolita de tierra de la zona

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

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

Presionar las cuatro bolitas secas. Una vez transcurrido el tiempo de secado, se debe presionar fuertemente cada una de las bolitas con el dedo pulgar y el dedo índice de una mano.

En caso que luego de la prueba, se quiebre, rompa o agriete al menos una sola bolita se debe volver a formar cuatro bolitas con los mismos materiales y dejando secar en las mismas condiciones anteriores.



Figura 5. Prueba “Presencia de arcilla”

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

Luego del tiempo de secado, se debe repetir la prueba.

Si se vuelve a romper, quebrar o agrietar, se debe desechar la cantera de suelo donde se ha obtenido la tierra. Salvo que se mezcle con arcilla o suelo muy arcilloso.

En caso, que luego de la prueba no se rompa, no se quiebre o no se agriete ninguna de las cuatro bolitas, dicha cantera puede utilizarse como material de construcción.

### **3.1.2.2 Agua.**

Para la preparación de la mezcla de barro, se utilizara agua potable, libre de sólidos y sobretodo libre de sales y otras sustancias dañinas para la construcción del bloque de adobe.

### **3.1.3 Criterios de Configuración**

Para que los muros de adobe alcancen mayor resistencia y estabilidad frente al volteo, su espesor mínimo será:

$$e_o = 0,40 \text{ m} \dots \dots \dots [\text{Ecuación 1}]$$

Donde:

$e_o$  = Espesor mínimo de muro

Preferentemente todos los muros de la estructura de adobe deberán ser portantes y debidamente arriostrados horizontalmente (entrepisos y techos) y verticalmente (contrafuerte o muros transversales).

En la configuración de una estructura de adobe es de suma importancia que deba tener una planta simétrica con relación a sus ejes principales, para mejorar y garantizar mayor resistencia frente a fuerzas sísmicas horizontales.

Para una edificación de adobe se establecen límites geométricos, los cuales son requisitos importantes para una correcta configuración de la estructura. En la Figura 6, se presenta los parámetros geométricos de los muros, vanos y densidades para ser cumplidos estrictamente según la Norma E.080.

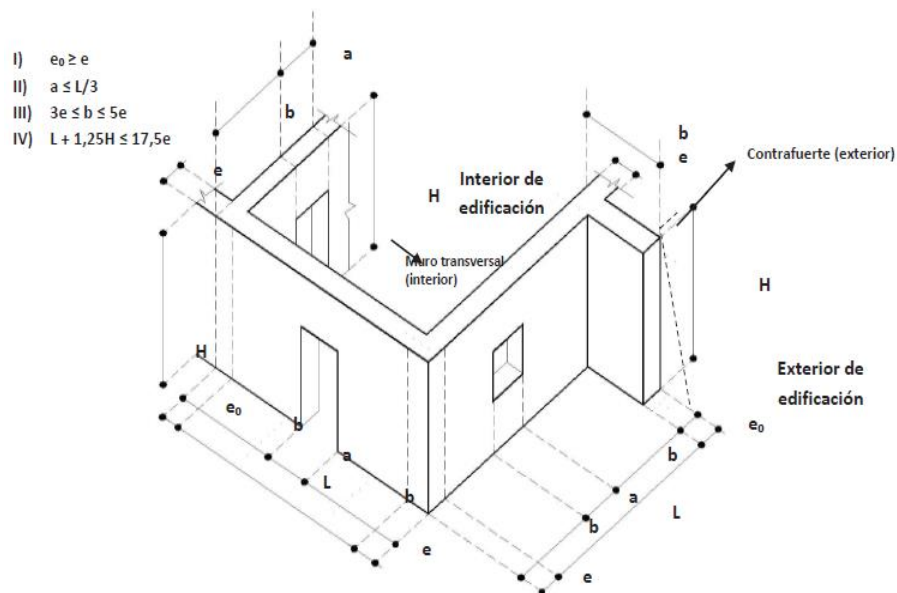


Figura 6. Límites Geométricos de muros y vanos

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

- *Nota 1.*

Los arriostres verticales; ya sea, contrafuerte o muro transversal pueden diseñarse hacia el interior o hacia el exterior de la edificación.

- *Nota 2.*

Con referencia al punto IV) de la figura 6, se debe cumplir lo siguiente:

Esbeltez vertical:

$$\lambda_v = \frac{H}{e} \dots\dots\dots [\text{Ecuación 2}]$$

Donde:

$\lambda_v$  = Esbeltez vertical

H = Altura libre de muro

e = Espesor del muro efectivo

Esbeltez horizontal:

$$\lambda_h = \frac{L}{e} \dots\dots\dots [\text{Ecuación 3}]$$

Donde:

$\lambda_h$  = Esbeltez horizontal

L = Longitud libre de muro

e = Espesor del muro efectivo

De modo tal que se llegue a cumplir con la siguiente ecuación:

$$\lambda h + 1,25 \lambda v \leq 17,5 \dots\dots\dots[\text{Ecuación 4}]$$

Donde:

$\lambda h$  = Esbeltez horizontal

$\lambda v$  = Esbeltez vertical

- *Nota 3.*

Todos los muros deben cumplir con la siguiente esbeltez:

Esbeltez vertical:

$$\lambda v \leq 6 e \dots\dots\dots[\text{Ecuación 5}]$$

Donde:

$\lambda h$  = Esbeltez horizontal

$e$  = Espesor del muro efectivo

Puede llegar a un máximo ocho, si se cumple la *Nota 2.*

Esbeltez horizontal:

$$\lambda h \leq 10 e \dots\dots\dots[\text{Ecuación 6}]$$

Donde:

$\lambda h$  = Esbeltez horizontal

$e$  = Espesor del muro efectivo

- Nota 4.

El refuerzo del contrafuerte puede ser recto o trapezoidal.

Por resistencia, los vanos tienen que ser centrados en el muro que los contenga y sobretodo de dimensiones pequeñas.

Todos los muros, en la parte superior tendrán un confinamiento horizontal como mínimo, este será una viga collar fijada entre sí, así como a los refuerzos, construido de un material similar con la tierra.

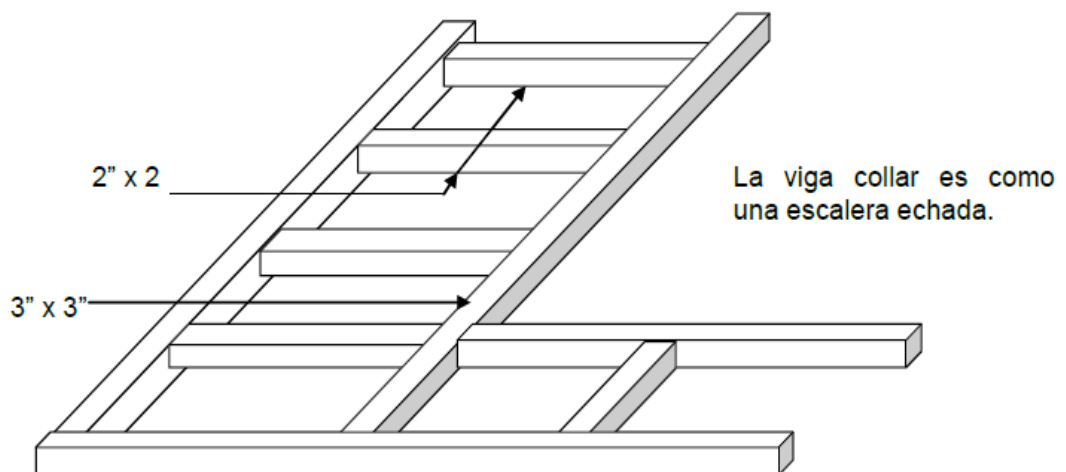


Figura 7. Idealización de viga collar

Fuente: "Estudio sobre Diseño Sísmico en Construcción de Adobe y su Incidencia en los Desastres Naturales", 2007

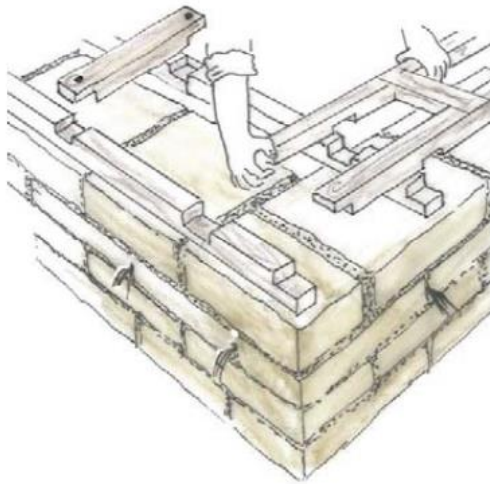


Figura 8. Ejemplo esquemático de un tipo de viga collar

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

Para efectos del estudio de la fuerza sísmica horizontales, la Norma E.080 contiene una aplicación exclusiva para las estructuras de adobe.

Esta fuerza es aplicada en la basa de la edificación y se determina de la siguiente manera:

$$H = SUCP.....[Ecuación 7]$$

Donde:

S = Factor de suelo, el cual lo contiene la Tabla 2

U = Factor de uso, el cual lo contiene la Tabla 3

C = Coeficiente sísmico, el cual lo contiene la Tabla 4

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

**Tabla 2**  
Factor de suelo (S)

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor de Suelo (s)</b>
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPA ó 3.06 kg.f/cm <sup>2</sup>	1,0
II	Suelos Intermedios o Blandos con capacidad portante admisible > 0.3 MPA ó 3.06 kg.f/cm <sup>2</sup>	1,4

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

**Tabla 3**  
Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación

<b>Tipo de Edificaciones</b>	<b>Factor de Uso (U)</b>	<b>Densidad</b>
NT A.030 Hospedaje	1,4	15%
NT A.040 Educación		
NT A.050 Salud		
NT A.090 Servicios comunales		
NT A.100 Recreación y deportes		
NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1.2	12%
NT A.060 Industria		
NT A.070 Comercio		
NT A.080 Oficinas	1,0	8%
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta		

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017



**Tabla 4**

*Coefficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de adobe*

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

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

Las edificaciones de tierra por su naturaleza sufren deterioros como los que se puede apreciar en la Figura 9:



*Figura 9. Vivienda deteriorada*

Fuente: "Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada", 2007

Para poder protegerlas de los agentes dañinos, como los fenómenos naturales (viento, la lluvia y la humedad), se debe de tomar las siguientes consideraciones.

Según la Norma Técnica E.080:

- a) Asentar Cimientos y sobrecimientos que eviten el ascenso de la humedad al muro.
- b) Como los muros de adobe, están hechos de tierra por su naturaleza en contacto con la humedad, lluvia o viento se van a dañar bruscamente. Para evitar su deterioro y lograr una mayor durabilidad es necesario colocarles recubrimientos, revestimientos o enlucidos principalmente en las fachadas, interiores donde se haya un contacto con la humedad, como baños y cocina. Y lograr la evaporación del agua.
- c) Sobre la vivienda de adobe debe de colocarse aleros, con 1 metro de voladizo y estos deben estar bien anclados y que contengan el peso suficiente para que no sean levantados por los vientos.
- d) Para proteger el perímetro de las viviendas de adobe y evitar así el ascenso de la humedad por los muros el cual es el problema principal del deterioro, también se debe de colocar caminerías perimetrales, como veredas con pendientes hacia el exterior para que desplacen el agua.

- e) Si es necesario colocar sistema de drenaje con material suelto, con evacuador de agua.
- f) Cuando se tenga espacios interiores en la vivienda como patios u otros espacios abiertos, se debe de garantizar la evacuación de este para que no se acumule en el piso causando así ascenso por los muros.

Para que los refuerzos cumplan su función, es muy importante que se tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

Según la Norma Técnica E.080:

- a) Todos los muros de las edificaciones de adobe para su mejor desempeño tiene que llevar refuerzos.
- b) Todos los refuerzos que se coloquen en las edificaciones externos a los muros o contrafuertes, deben de estar embutidos en el enlucido.
- c) Para evitar el colapso parcial de la estructura no basta con reforzar en una sola dirección; ya que estos no controlan totalmente los desplazamientos. Por lo tanto se debe de colocar en ambas direcciones, tanto vertical como horizontal.
- d) Los refuerzos horizontales deben de fijarse en la parte inferior y superior de los vanos.

e) Los entresijos como los techos, se colocarán anclados a la viga collar para tener una correcta conexión con el muro y estos a su vez fijados a la base del sobrecimiento.

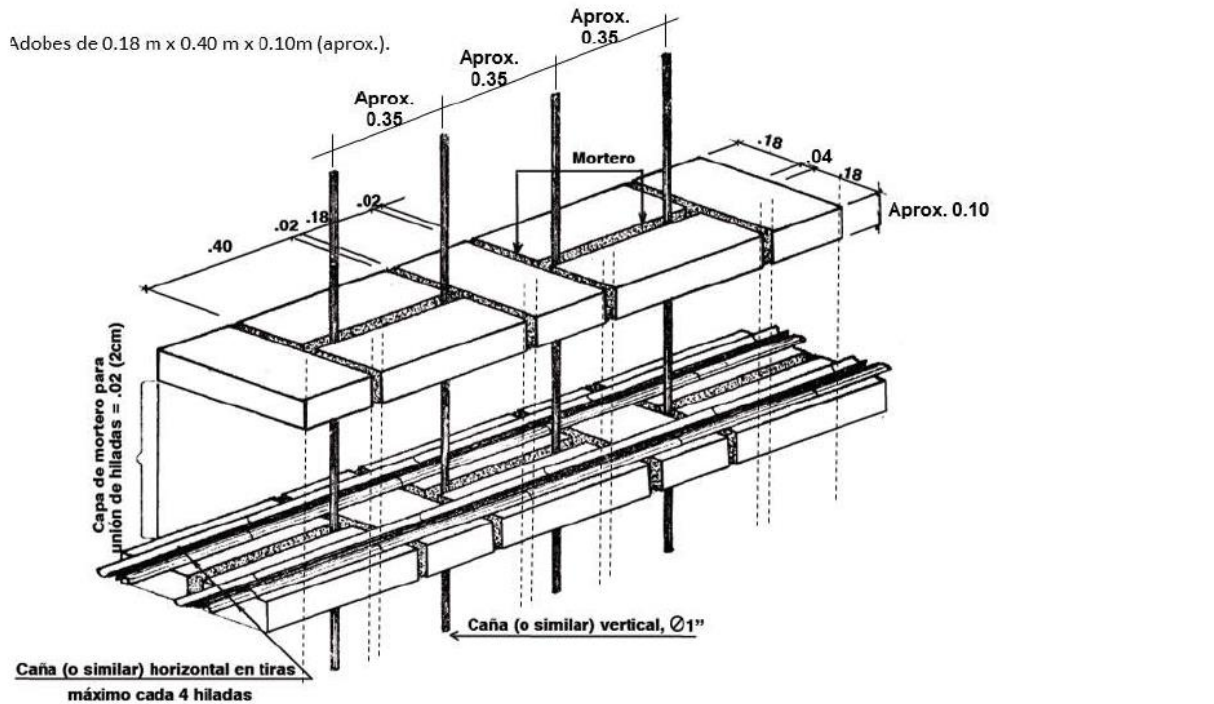


Figura 10. Esquema 1 de refuerzo con caña para adobe

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

- *Nota:*

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

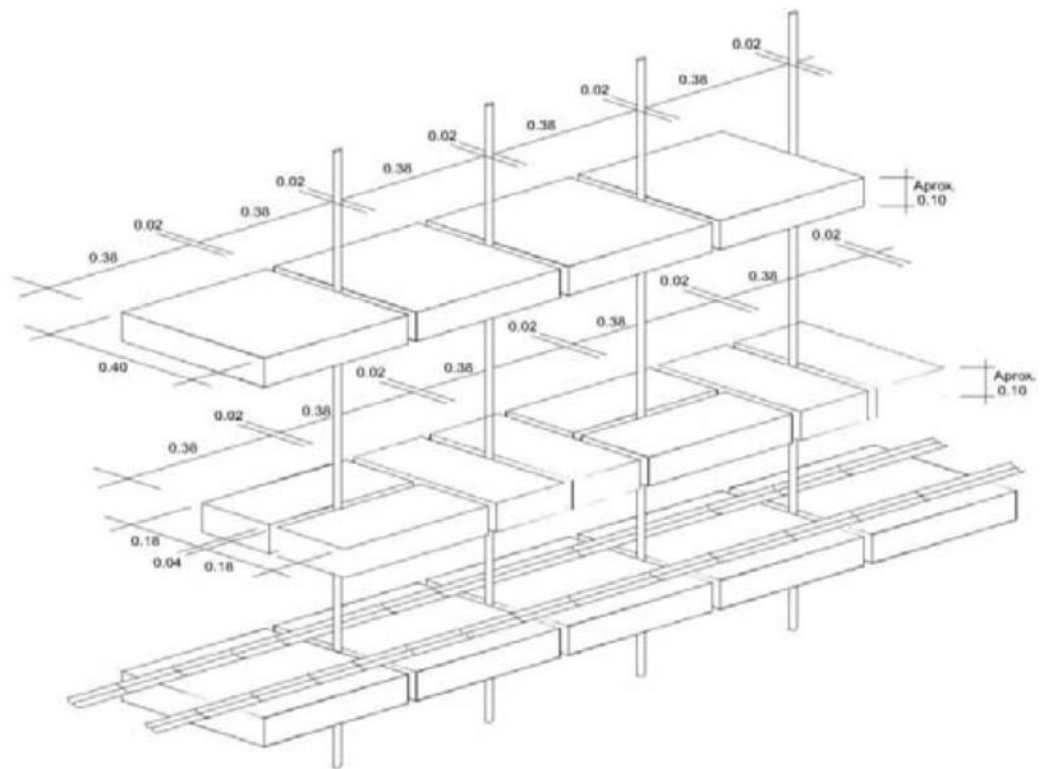


Figura 11. Esquema 2 de refuerzo con caña para adobe

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

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

- *Nota:*

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

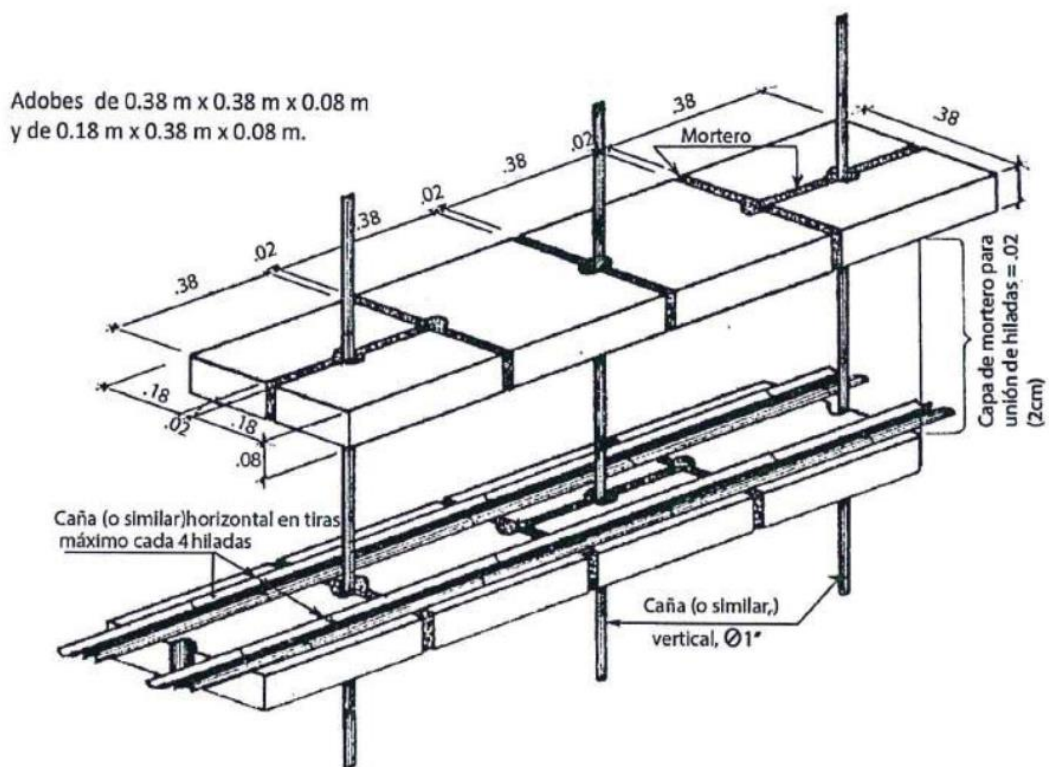


Figura 12. Esquema 2 de refuerzo con caña para adobe

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

- *Nota:*

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

- f) Para la colocación de dinteles, estos deben de ser de materiales flexibles, como los paquetes de caña o madera delgada en rollizos, cordones amarrados o también sogas, siempre unidas a la viga collar.

### **3.1.4. Sistemas Estructurales**

#### **3.1.4.1 Cimentación**

El cimiento de una edificación de adobe, cumple las siguientes funciones:

- Transmite las cargas totales de la edificación, hacia un suelo firme.
- Aísla el muro del suelo, evitando así el ascenso de la humedad hacia los muros de adobe.

El cimiento deberá tener como mínimo:

$$P_f = 0,60 \text{ m} \dots \dots \dots \text{[Ecuación 8]}$$

Donde:

$P_f$  = Profundidad mínima del cimiento, medida desde el terreno natural.

$$A_m = 0,60 \text{ m} \dots \dots \dots \text{[Ecuación 9]}$$

Donde:

$A_m$  = Ancho mínimo del cimiento

El material con el que puede ser construida las cimentaciones son los siguientes:

- El cimiento puede ser construido por piedra grande del tipo pirca debidamente compactada y rellenada con piedras pequeñas.
- El cimiento puede ser construido también de concreto ciclópeo.
- Y por último puede ser construido por albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa.

#### **3.1.4.2 Sobrecimiento**

El sobrecimiento de una edificación de adobe, cumple las siguientes funciones:

- Transmite las cargas totales de la edificación, hacia el cimiento.
- Su principal función es de proteger al muro de acciones de erosión y sobre todo de ascenso capilar de la humedad.

La Norma Técnica E.080, indica que:

El sobrecimiento deberá tener como mínimo:

$$h = 0,30 \text{ m} \dots\dots\dots [\text{Ecuación 10}]$$

Donde:

$h$  = Altura mínima del sobrecimiento

$$b = 0,40 \text{ m} \dots\dots\dots [\text{Ecuación 11}]$$

Donde:



$b$  = Ancho mínimo del sobrecimiento

El material con el que puede ser construido los sobrecimientos son los siguientes:

- El sobrecimiento puede ser construido con albañilería de piedra agregándole mortero de cemento o cal y con arena gruesa.
- El sobrecimiento puede ser construido también con material noble, como el Concreto ciclópeo. Para las zonas que no es accesible los materiales de construcción se obvia el concreto ciclópeo.

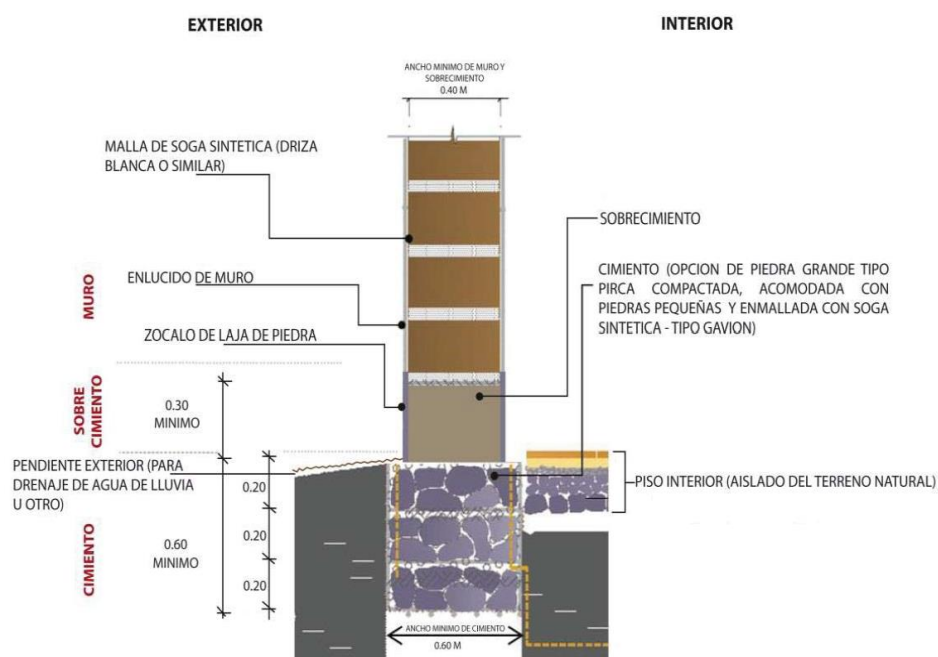


Figura 13. Esquema de cimentación

Fuente: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017

### **3.1.4.3 Muros**

En las edificaciones de adobe los muros son los elementos más importantes, lo que aportan la resistencia, estabilidad y comportamiento sísmico de la estructura.

Para el diseñar los muros se debe de tener en consideración lo siguiente:

- Resistencia.
- Estabilidad.
- Desempeño (Complementariamente).

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

- *Diseño de muros basado en la resistencia.*

a) Para diseñar los muros de acuerdo a la resistencia debemos tener en cuenta el área que resisten los muros, frente acciones sísmicas, como la fuerza horizontal en su plano.

Para ello se tiene que considerar lo siguiente:

- Las edificaciones de adobe, en la parte superior no tienen diafragma rígido horizontal, por lo tanto los desplazamientos de los muros son totalmente independientes.
- Una vez se haya calculado el área tributaria que se ejerce sobre cada muro de todos los niveles se puede calcular las fuerzas horizontales de diseño. Y estas

a su no deben de sobrepasar los esfuerzos resistentes admisibles de corte en ellos.

- El área transversal de los muros:

$$At = LA \dots \dots \dots [Ecuación 12]$$

Donde:

$At$  = Área transversal de los muros de adobe

$L$  = Largo

$A$  = Ancho

- A estos se puede sumar una parte de los muros transversales o de arriostre, de los muros de encuentros en “T” o en “L”, sobre todo en ambos extremos del muro, y esta área que se añade no puede ser mayor al 20 % del área del muro.

b) Para evaluar el diseño sísmico de muros en la dirección perpendicular a su plano, se debe considerar lo siguiente:

- Para calcular el esfuerzo de flexión del muro que se produce por la acción de fuerzas sísmicas perpendicular a su plano en el comportamiento elástico, se debe de tener en cuenta el número de apoyos de arriostres verticales.

- Estos esfuerzos no pueden sobrepasar los esfuerzos admisibles a tracción por flexión.

- La viga collar no se considera como un apoyo para los muros, a efectos de un sismo; ya que esta viga solo actúa para mantener unidos a los muros.
- Por ello, los muros tienen dos o tres apoyos, considerando también el piso.

- *Diseño de muros basado en la estabilidad*

Para que el diseño de muros basado en la estabilidad, este correcto, se debe de garantizar los límites geométricos de la figura 6.

- *Diseño de muros basado en el desempeño*

Para que el diseño de muros basado en el desempeño, cumpla se debe de colocar refuerzos en las conexiones, viga collar superior, dinteles flexibles, refuerzos ortogonales en muros.

#### **3.1.4.4 Entrepisos y techos**

Todos los techos tienen que ser livianos, para que distribuyan su carga en la mayor cantidad posible de muros, y así evitar concentraciones de esfuerzos en los muros. Sobre todo tiene que estar fijados a los muros a través de la viga solera.

Los techos tienen que estar contruidos mediante entramados de madera, caña o fibras vegetales, también diseñadas para resistir las cargas verticales y para transmitir las cargas horizontales de sismo a todos los muros, a través de la viga collar superior.

Es muy importante que se deba lograr que un techo plano actúe como un diafragma rígido para ello se puede añadir elementos diagonales en el plano.

Si no se consigue que el techo se comporte como un diafragma rígido, entonces no se le puede considerar apoyo superior de los muros, para el diseño de éstos.

Los techos para su mejor desempeño ante erosión de humedad pueden ser inclinados, estos de una o varias aguas, tiene que ser obligatoriamente impermeables, con suficiente aislamiento térmico, y no olvidar 1 m de alero según la zona de acuerdo a sus características climáticas.

#### ***3.1.4.5 Arriostres***

Cuando los muros se consideren arriostrados debe de existir al menos suficiente adherencia entre éste y sobre sus elementos de arriostre.

Para obtener una adecuada transferencia de esfuerzos, los elementos de arriostre deben ser horizontales y verticales.

##### *a. Horizontales*

- Deben de poseer una rigidez suficiente en el plano horizontal para poder evitar el libre desplazamiento lateral de los muros.
- Los pisos y entrepisos de madera son por su abastecimiento en las zonas rurales los refuerzos horizontales más comunes y accesibles y sobre todo con elementos diagonales, estos se deben de diseñar como un apoyo del muro arriostrado.

- Los muros y sus arriostres, deben de conformar un sistema continuo e integrado, para que de esta manera logren transmitirse esfuerzos.

*b. Verticales*

Los muros transversales o contrafuertes, son los que se comportan como refuerzos verticales, por lo tanto estos requieren un especial diseño, para que estos muros cumplan con su función de refuerzos verticales deben de ser geoméricamente con indica la figura 6.

**3.1.4.6 Refuerzos y conexiones**

- En el caso de colocar mallas de refuerzo están deben de unir los muros y la cimentación.
- Para que exista conexión entre el muro y el techo, debe realizarse amarrando y clavando los muros a las vigas collares.

**3.1.5. Esfuerzos de Rotura Mínimos**

Cuando no se cuente con resultados de ensayos experimentales para el módulo de elasticidad de los muros de tierra, se usa el valor de:

$$200a = 2040 \text{ kgf/cm}^2 \dots\dots\dots [\text{Ecuación 13}]$$

Donde:

a = Módulo de elasticidad

En el caso de las cañas su resistencia última es:

- Guadua: Resistencia última:

$$100 \text{ MPa} = 1020 \text{ kgf/cm}^2 \dots \dots \dots [\text{Ecuación 14}]$$

- Carrizo o Caña Brava: Resistencia última:

$$40 \text{ MPa} = 408 \text{ kgf/cm}^2 \dots \dots \dots [\text{Ecuación 15}]$$

- En el caso de las sogas sintéticas o drizas su resistencia última es:

$$120 \text{ MPa} = 1200 \text{ kgf/cm}^2 \dots \dots \dots [\text{Ecuación 16}]$$

### **3.1.6. Esfuerzos Admisibles**

Cuando no se haya realizado los ensayos de laboratorio se considera un coeficiente de seguridad de 3.

### **3.1.7. Condiciones de la tierra**

Cuando se haya comprobado la presencia de arcilla del suelo donde se desea construir una edificación de adobe mediante la prueba “Cinta de barro” y la prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”.

Puede que sea necesario optimizarla para que así se puedan controlar o evitar las fisuras de secado y sobre todo mejore la resistencia seca.

Para poder optimizarla y controlar de fisuras se debe de agregar mediante la adición de paja, se controla el agrietamiento del adobe y del mortero durante el secado con paja o fibras similares.

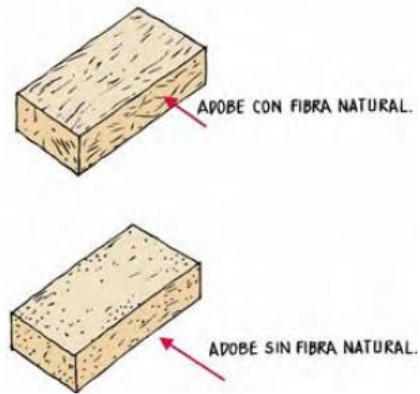


Figura 14. Bloque de adobe

Fuente: “Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada”, 2007

Cuando en la zona no haya paja, para el control del agrietamiento se puede utilizar arena gruesa.

Una de los pasos más importantes para que el bloque de adobe alcance su máxima resistencia de secado, es que en el momento de preparación de la mezcla de deba de controlar el agua, para de esta manera se utilice menos cantidad de agua para que activa la arcilla en la mezcla.

La cantidad de agua que se va a utilizar para moldear las unidades de adobe, no tiene que pasar del 20 % con respecto al peso del contenido seco.

### **3.1.8. Calidad, preparación, formas y dimensiones del adobe**

Para verificar la calidad debe de realizarse las pruebas de campo para confirmar la presencia suficiente de arcilla.



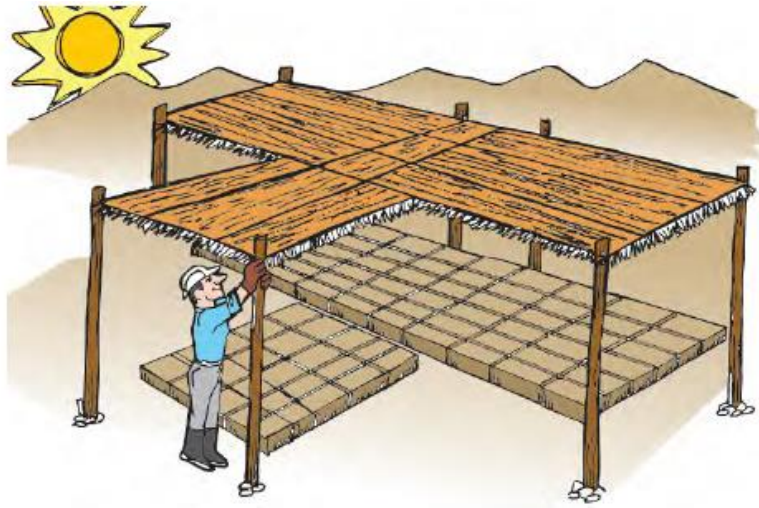
Para utilizar la tierra primero se debe cernir la tierra antes de preparar el barro para luego someterla a un proceso de hidratación sostenida por lo menos 48 h.



Figura 15. Herramientas para la elaboración del bloque de adobe

Fuente: “Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en cayalti programa COBE”, 1976

Para el proceso de secado de los bloques de adobe, se debe de considerar que este debe de ser lento y que no pueden estar expuestos al sol ni al viento. Por lo tanto se debe de realizar un tendado de peso ligero sin perjuicio de que se colapse por su peso propio. Luego una vez colocados los bloques debajo del tendado para el proceso de secado se debe de espolvorear arena fina, con el fin de eliminar restricciones durante el encogimiento de secado.



*Figura 16. Secado correcto del bloque de adobe*

Fuente: “Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en cayalti programa COBE”, 1976

Cuando se haya terminado de secar el bloque de adobe se debe de verificar que este no contenga materiales extraños en la superficie para que no dañe su resistencia y durabilidad.

El bloque de adobe puede ser de planta cuadrada o rectangular, pero uno de sus lados no puede ser mayor que 0,40 m por su peso.

Si el bloque de adobe es rectangular tiene que tener el largo igual a dos veces su ancho.

Según la Norma E.080 dice que la altura del bloque de adobe debe medir entre 0,08 m y 0,12 m.

### 3.1.9. Calidad, preparación y espesor del mortero.

Para asentar los bloques de adobe se deben primero de remojar durante 15 a 30 s.

El mortero no debe de pasar el 20 % de humedad, todo a fin de que no se agriete y utilizar la menor cantidad de agua para que se logre disminuir los agrietamientos.

Se debe de tener en cuenta que la proporción entre la paja cortada y tierra en volumen puede variar entre 1:1 y 1:2 y cuidar que el espesor de los morteros para que oscile entre los 5 mm a 20 mm.

### 3.2. Caso Práctico

Analizar y diseñar sísmicamente una vivienda de adobe reforzado unifamiliar, considerando que para ello se cuenta con un terreno de 100 m<sup>2</sup>, de 10m x 10m. La zona a edificar se encuentra ubicada en el departamento de Puno, con capacidad portante de 1,02 kg/cm<sup>2</sup>.

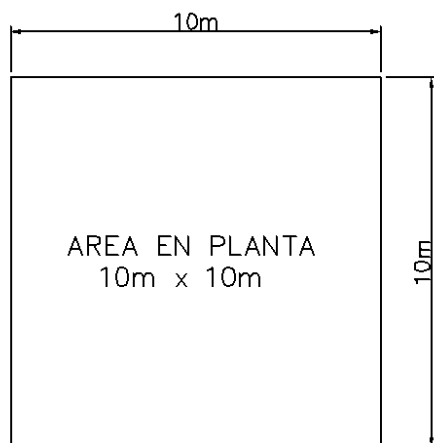


Figura 17. Planta de la edificación a analizar

### 3.2.1 Extracción de Datos

Se iniciara haciendo un análisis de la zona a cimentar la edificación, todo ello en forma teórica, para esto se debe de considerar las condiciones básicas que se debe de tener en cuenta para edificar una vivienda de adobe, que se indican en la Norma E.080, donde considera que no se debe de cimentar en zonas con alto riesgo de desastres, de lluvia, de aluviones y de huaycos.

Según el ejercicio planteado se indica que la edificación será en el Departamento de Puno y según la zonificación sísmica de la Norma E.030, de Diseño Sismorresistente, en el ANEXO N°01 ZONIFICACION SISMICA, indica que al departamento le corresponde la zona 3. Puno es un Departamento que por lo general tiene un clima frio y seco, pero a su vez se podría cimentar edificaciones de adobe en las zonas más alejadas; ya que se encuentra viviendas existentes por esas zonas, que han durado en el paso del tiempo, pero con este nuevo planteamiento de análisis, se hará una mejor y mas duradera.

Zona Sísmica = 3

Como ya se ha definido la zona según lo tabla 1, se procede a definir el número de pisos permitido según la Norma E.080. Para lo cual se indica que para la zona 3, le corresponde un piso.

Número de Pisos = 1

El área de planta es de 100 m<sup>2</sup>.

$$\text{Área de Planta} = 100 \text{ m}^2$$

### 3.2.2 Criterios de Configuración

- Asumimos el mismo espesor que el mínimo y determinamos el espesor efectivo del muro, reemplazando en la Ecuación 1:

$$e_o = e = 0,40 \text{ m}$$

- Arriostres:

Vertical = Muros transversales

Horizontal = Techo

- La Norma E.080 indica que debemos de tener una planta simétrica, por lo que el área en planta cumple con lo indicado.

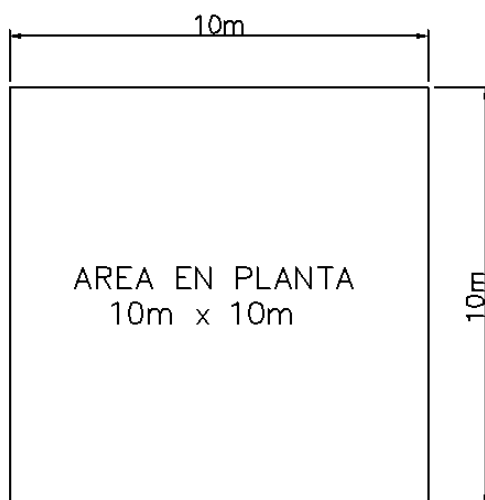


Figura 18. Planta simétrica

### 3.2.3 Diseño Estructural

#### a) Muros

Como las edificaciones de adobe no poseen diafragma rígido en la parte superior de entre piso, es por ello que los muros asumen las fuerzas de sismo horizontales. Eso hace darle mayor énfasis a la configuración de los muros.

Para poder seguir con el diseño debemos de cumplir con lo establecido en la Norma E.080, usando los criterios de estabilidad, desempeño y resistencia

#### - Estabilidad

Para ello se debe de seguir los límites geométricos de la figura 6 y definimos:

$$e = 0,40 \text{ m}$$

$$H = 2,40 \text{ m}$$

$$a = 0,50 \text{ m}$$

$$e_0 = 0,40 \text{ m}$$

Donde:

a = vano de ventanas

Como ya se ha definido los criterios principales a continuación se procede a presentar la estructuración de la edificación:

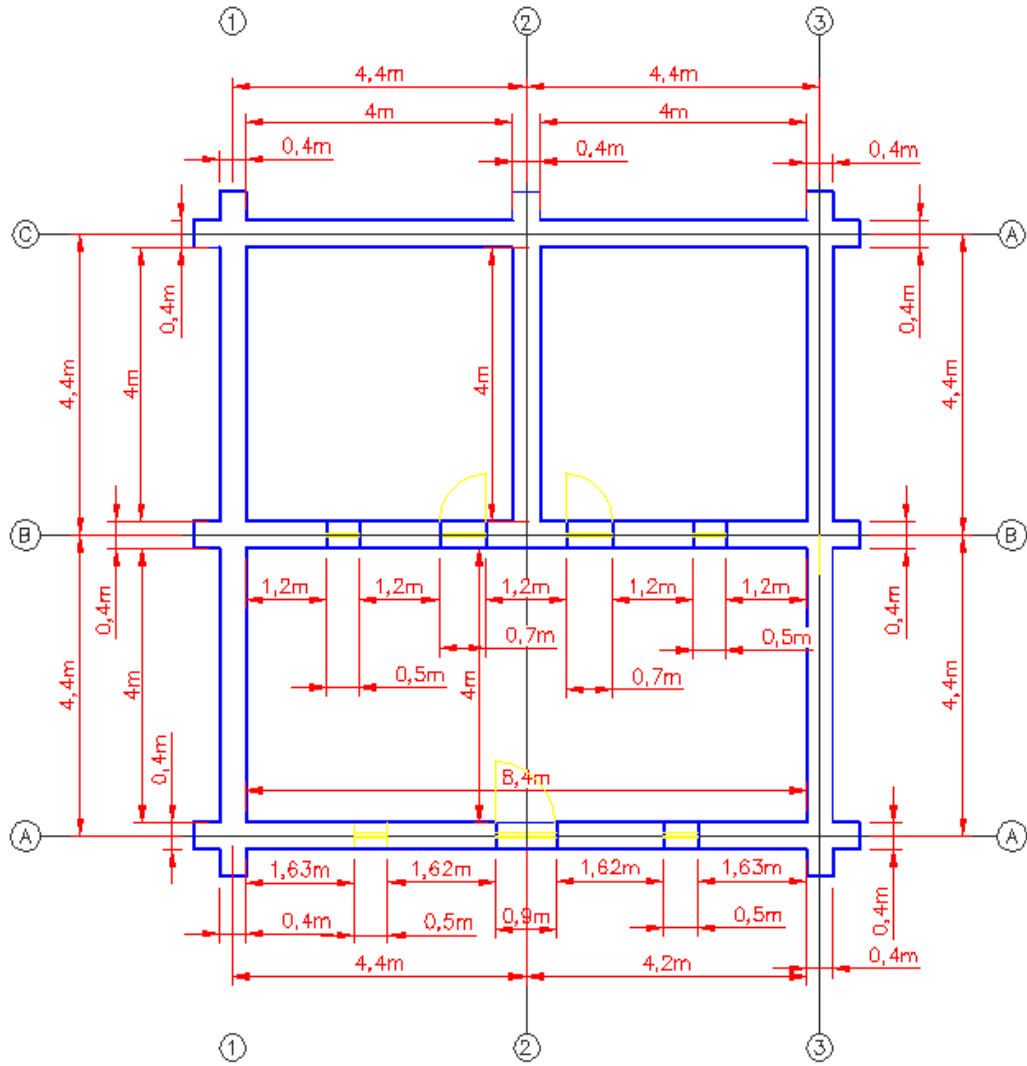


Figura 19. Configuración de Vivienda Unifamiliar de un piso

Verificando según la Figura 6:

$$e_o = e$$

$$e_o = 0,40 \text{ m}$$

$$e = 0,40 \text{ m}$$

Reemplazando:

$$0,40 \text{ m} = 0,40 \text{ m} \quad \text{cumple}$$

$$a \leq L/3 \dots \dots \dots \text{[Ecuación 17]}$$

Donde:

a = vano de ventanas

L = Longitud de muro

Reemplazando:

$$0,50 \text{ m} \leq \frac{4,00 \text{ m}}{3}$$

$$0,50 \text{ m} \leq 1,33 \text{ m} \quad \text{cumple}$$

$$3e \leq b \leq 5e \dots \dots \dots \text{[Ecuación 18]}$$

e = Espesor mínimo de muro

b = Ancho efectivo de muro



Reemplazando en la Ecuación 18:

$$3 \times 0,40 \leq b1 \leq 5 \times 0,40$$

$$1,20 \text{ m} \leq 1,20 \text{ m} \leq 2,00 \text{ m} \quad \text{cumple}$$

$$3 \times 0,40 \leq b2 \leq 5 \times 0,40$$

$$1,20 \text{ m} \leq 1,62 \text{ m} \leq 2,00 \text{ m} \quad \text{cumple}$$

$$3 \times 0,40 \leq b3 \leq 5 \times 0,40$$

$$1,20 \text{ m} \leq 1,63 \text{ m} \leq 2,00 \text{ m} \quad \text{cumple}$$

$$L + 1,25 H \leq 17,5 e \dots\dots\dots[\text{Ecuación 19}]$$

$$L = 4,00 \text{ m}$$

$$H = 2,40 \text{ m}$$

$$e = 0,40 \text{ m.}$$

Reemplazando:

$$4,00 + 1,25 \times 2,40 \leq 17,5 \times 0,40$$

$$7,00 \text{ m} \leq 7,00 \text{ m} \quad \text{cumple}$$

según la Norma E.080, relaciona la esbeltez vertical y la horizontal de la siguiente manera:

Esbeltez vertical reemplazar en la Ecuación 2:

$$\Delta v = \frac{H}{e}$$

Donde:

$\Delta v$  = Esbeltez vertical

Reemplazando en la Ecuación 2:

$$H = 2,40 \text{ m}$$

$$e = 0,40 \text{ m}$$

$$\Delta v = \frac{2,40 \text{ m}}{0,40 \text{ m}}$$

$$\Delta v = 6,00$$

Esbeltez horizontal reemplazar en la Ecuación 3:

$$\Delta h = \frac{L}{e}$$

Donde:

$\Delta v$  = Esbeltez horizontal

Reemplazando:

$$L = 4,00 \text{ m}$$

$$e = 0,40 \text{ m}$$

$$\Delta h = \frac{4,00 \text{ m}}{0,40 \text{ m}}$$

$$\Delta h = 10,00$$

De modo tal que se llegue a cumplir con la siguiente ecuación:

Reemplazar en la Ecuación 4

$$\lambda_h + 1,25 \lambda_v \leq 17,5$$

Reemplazando:

$$10 + 1,25 \times 6,00 \leq 17,5$$

$$17,50 \leq 17,5 \quad \text{cumple}$$

Verificando la densidad mínima en cada eje principal de la estructura, según la Tabla 16 “Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación”.

Extraemos dato:

- Vivienda Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta
- Densidad mínima 8 %

Para ello se denota cada muro en su respectiva dirección:

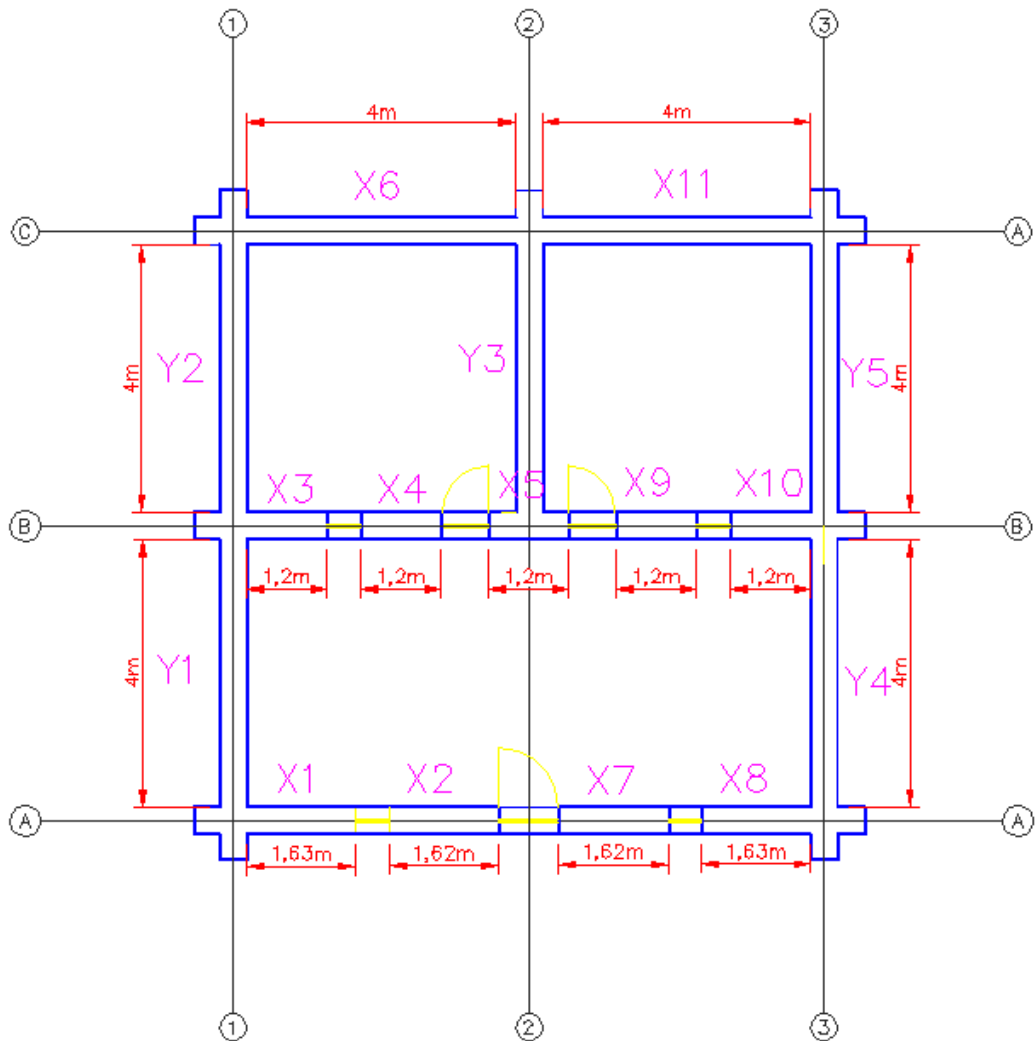


Figura 20. Tipificación de muros para el cálculo de densidades mínimas

Se considera solo los muros portantes en cada dirección.

- *Horizontal.*

Como el área en planta es simétrico solo se puede evaluar la mitad, para hacerlo más práctico.

**Tabla 5**  
*Calculo de densidad de muros en el eje X*

Muro	L (m)	e (m)	(L)(e)
X1	1,63	0,4	0,7
X2	1,62	0,4	0,6
X3	1,2	0,4	0,5
X4	1,2	0,4	0,5
X6	4	0,4	1,6
			<b>3,9</b>

*Area Techada* ≤ 4,60 m x 9,20 m

*Area Techada* ≤ 42,32 m<sup>2</sup>

$$\frac{(L)(e)}{\text{Area Techada}} \geq 8 \% \dots\dots\dots [\text{Ecuación 20}]$$

Reemplazando:

$$\frac{3,9}{42,23} \geq 0,08$$

0,09 ≥ 0,08                      cumple

- *Vertical.*

Como el área en planta es simétrico solo se puede evaluar la mitad, para hacerlo más práctico.

**Tabla 6**  
*Calculo de densidad de muros en el eje Y*

Muro	L (m)	e (m)	(L)(e)
Y1	4	0,4	1,6
Y2	4	0,4	1,6
Y3	4	0,2	0,8
			<b>4,0</b>

$$\text{Area Techada} \leq 4,60 \text{ m} \times 9,20 \text{ m}$$

$$\text{Area Techada} \leq 42,32 \text{ m}^2$$

$$\frac{(L)(e)}{\text{Area Techada}} \geq 8 \% \dots\dots\dots [\text{Ecuación 21}]$$

Reemplazando:

$$\frac{4,00}{42,23} \geq 0,08$$

$$0,09 \geq 0,08 \quad \text{cumple}$$

- *Desempeño.*

Se colocará refuerzos en las conexiones, viga collar superior, los dinteles flexibles y los muros transversales actuaran como refuerzo ortogonal en muros.

Para ello se utilizará el siguiente diseño de refuerzo según la Norma E.080:

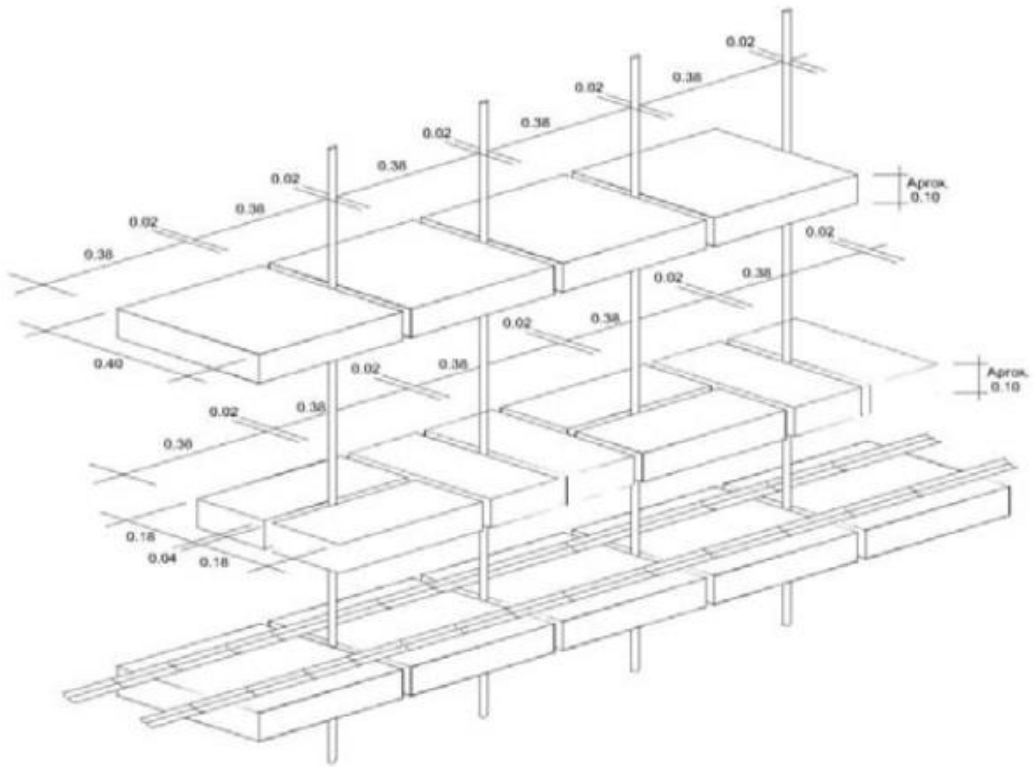


Figura 21. Diseño de refuerzo a utilizar

- *Resistencia*

Como la edificación no tiene diafragma rígido horizontal, los desplazamientos de los muros paralelos son independientes.

A continuación se procede a realizar el metrado de cargas de la edificación, para lo cual se considera los siguientes parámetros:

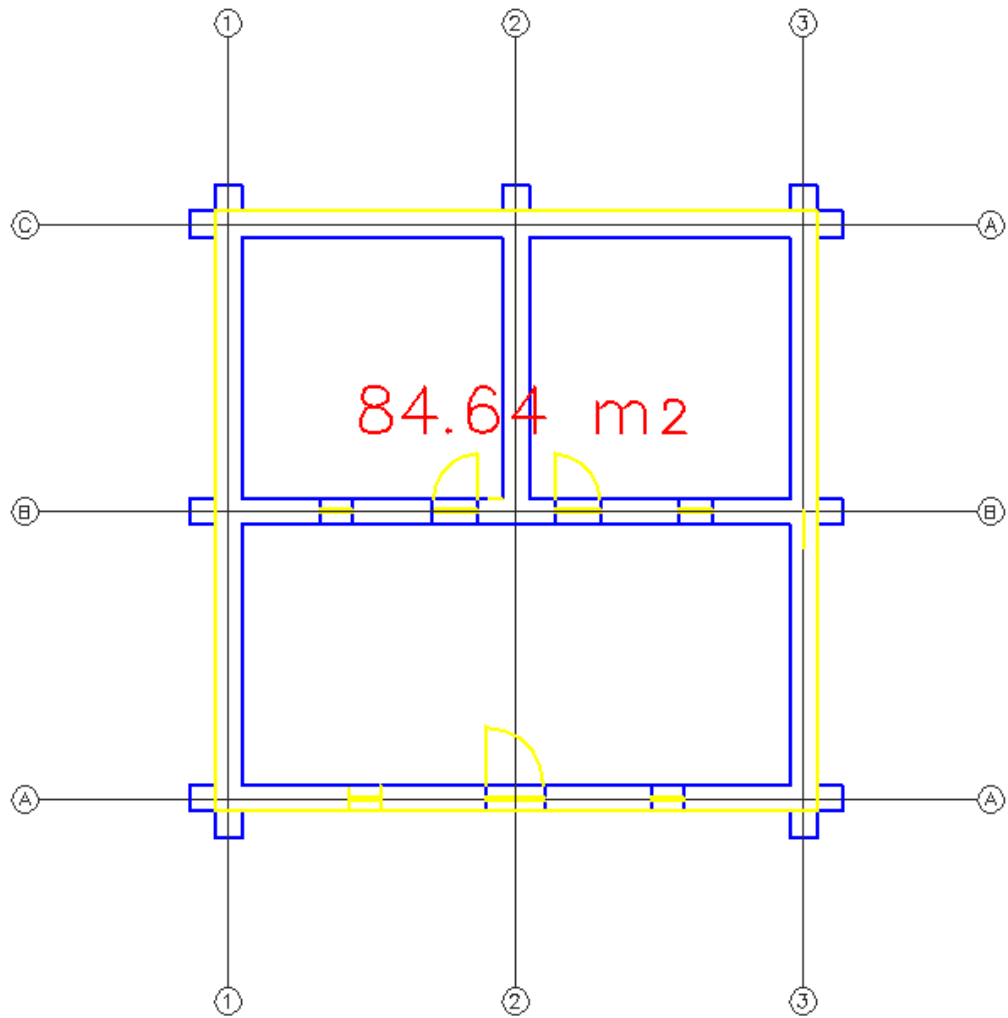


Figura 22. Área de planta

- *Techo liviano*

$P_p = 80 \text{ Kg/m}^2$  (techo de caña con torta de barro)

$S/C = 30 \text{ Kg/m}^2$  (según Norma E.020, por ser techo liviano)

Reemplazando:

Peso del techo liviano:  $80 \text{ kg/m}^2 \times 9,2 \text{ m} \times 9,20 \text{ m} = 6771,20 \text{ kg}$

S/C:  $0,5 \times 30 \text{ kg/m}^2 \times 9,2 \text{ m} \times 9,20 \text{ m} = 1269,60 \text{ kg}$

Peso del Techo Liviano = **8040,80 kg**



- Muros

$P_u = 1600 \text{ Kg/m}^3$  (Adobe).

Reemplazando en el eje X:

Peso del muro:  $(1600 \text{ kg/m}^3)(l)(a)(h) = 32\,574,72 \text{ kg}$

**Tabla 7**

*Peso de muros en el eje X*

Muro	L (m)	e (m)	h (m)	Pu	Pm (X)
X1	1,62	0,4	2,4	1600	2488,32
X2	1,63	0,5	2,4	1600	3129,60
X3	1,2	0,4	2,4	1600	1843,20
X4	1,2	0,5	2,4	1600	2304,00
X5	1,2	0,4	2,4	1600	1843,20
X6	4	0,4	2,4	1600	6144,00
X7	1,62	0,4	2,4	1600	2488,32
X8	1,63	0,4	2,4	1600	2503,68
X9	1,2	0,4	2,4	1600	1843,20
X10	1,2	0,4	2,4	1600	1843,20
X11	4	0,4	2,4	1600	6144,00
					<b>32 574,72</b>

Peso del muro:  $(1600\text{kg/m}^3)(l)(a)(h) = 33\,792,00 \text{ kg}$

**Tabla 8**

*Peso de muros en el eje Y*

Muro	L (m)	e (m)	h (m)	Pu	Pm (X)
Y1	4,00	0,4	2,4	1600	6144,00
Y2	4,00	0,5	2,4	1600	7680,00
Y3	4,00	0,4	2,4	1600	6144,00
Y4	4,00	0,5	2,4	1600	7680,00
Y5	4,00	0,4	2,4	1600	6144,00
					<b>33 792,00</b>

Reemplazando en el eje Y:

Peso total de los muros = 32 574,72 kg + 33 792,00 kg = **66 366,72 kg**

- *Peso total de la edificación:*

$$P = PT + PM \dots \dots \dots [Ecuación 22]$$

Donde:

P = Peso total

PT = Peso Techo

PM = Peso de muros

Reemplazando:

$P = 8040,80 \text{ kg} + 66 366,72 \text{ kg}$

**$P = 74 407,52 \text{ kg}$**

*b) Cimentación*

Se ha optado por una cimentación de 0,60 m x 0,60 m., para que de esta forma pueda resistir a posibles asentamientos.

*c) Sobrecimiento*

Se ha optado por una cimentación de 0,30 m x 0,40 m, para que de esta manera se protega el muro de la humedad.

### 3.2.4 Diseño sismorresistente

Para el cálculo de la fuerza sísmica, en la base de las edificaciones la Norma E.080 nos plantea una expresión única para el adobe:

Reemplazar en la Ecuación 7:

$$H = SUCP$$

Donde:

H = Fuerza sísmica horizontal

S = Factor de suelo

C = Coeficiente sísmico

P = Peso total de la edificación (Incluye 50 % carga viva)

De la Tabla 2, Factor de suelo se extrae la S:

$$S = 1,4$$

De la Tabla 3, Factor de suelo se extrae la U:

$$U = 0,10$$

De la Tabla 4, Factor de suelo se extrae la C:

$$C = 0,20$$

Hallamos el peso de la estructura:

$$P = 74\,407,52 \text{ kg}$$

Reemplazamos en la Ecuación 23:

$$H = (1,4)(1)(0,20)(74\ 407,52)$$

$$H = 20\ 834,11\ \text{kg}$$

$$\mathbf{H = 20,83\ \text{tn}}$$

Cortante:

$$V = \frac{H}{A} \dots\dots\dots [\text{Ecuación 23}]$$

Donde:

$$V = \text{Cortante}$$

Reemplazando en Ecuación 24:

$$V = \frac{20,83\ \text{tn}}{84,64\ \text{m}^2}$$

$$V = \frac{20,83\ \text{tn}}{84,64\ \text{m}^2}$$

$$\mathbf{V = 0,24\ \text{tn/m}^2}$$

Esfuerzo admisible corte:

$$V_m = 0,40 V \dots\dots\dots [\text{Ecuación 24}]$$

Donde:

$V_m = \text{Esfuerzo admisible}$

Reemplazando:

$$V_m = (0,40)(0,24 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2})$$

$$V_m = 0,098 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \quad \text{cumple}$$

### 3.3. Presentación de Resultados

La edificación de adobe de un piso que a continuación se presenta a cumplido con el cálculo ante fuerzas sísmicas horizontales; por lo tanto, se puede efectuar el planteamiento de su construcción.

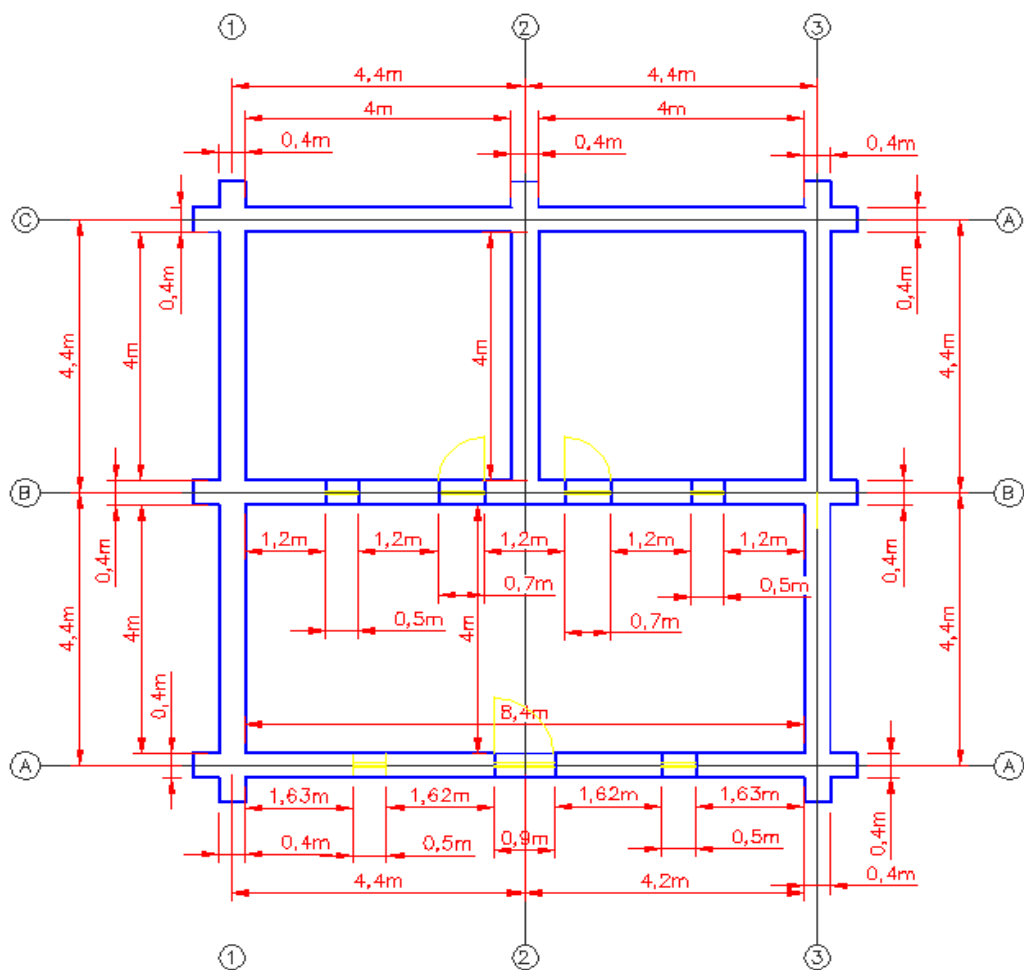


Figura 23. Resultados del ejercicio practico

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

- Primero se pudo verificar que los muros diseñados correctamente de la vivienda de adobe de un piso, fueron capaces de resistir fuerzas horizontales de sismo; sin contar con un diafragma horizontal rígido de entrepiso, lo que se puede apreciar fue que por el espesor del muro, la edificación se mostraba resistente.
- Segundo se incorporó que los muros transversales a la vivienda de adobe de un piso se comportaron como refuerzo vertical.
- Tercero se planteó la cimentación para la vivienda unifamiliar de adobe de un piso, la cual se comporta como aislamiento entre el terreno natural y la estructura de adobe para evitar el deterioro de los bloques

#### **4.2. Recomendaciones**

- Se recomienda seguir cada uno de los análisis previos al diseño de la edificación, estos parámetros de configuración son los fundamentales para llevar a un buen diseño de la estructura.
- Cumplir con todos los parámetros de la Norma E.080; ya que esta presenta un completo y detallado alcance del tema.
- El proceso constructivo del bloque de adobe de fundamental, para que el conjunto de estructuras muestre su resistencia, ante un sismo leve, moderado y severo, ya que de este depende principalmente la respuesta ante un sismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Delgado, E.F. (2006). *Comportamiento Sísmico de un Módulo de Adobe de Dos Pisos con refuerzo Horizontal y Confinamientos de Concreto Armado* (Tesis). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Zelada, V.A. (2007). *Estudio sobre Diseño Sísmico en Construcción de Adobe y su Incidencia en la Reducción de Desastres* (Tesis de Magister). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones Normas de Estructuras E.020 Cargas*. Recuperado de <https://www.sencico.gob.pe>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones Normas de Estructuras E.080 Diseño y Construcción con tierra reforzada*. Recuperado de <https://www.sencico.gob.pe>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones Normas de Estructuras E.030 Diseño Sismorresistente*. Recuperado de <https://www.sencico.gob.pe>.