

# **ESTUDIO SISMICO DE CONSTRUCCIONES DE ADOBE DE DOS PISOS**

**Ing. Roberto Morales Morales  
Ing. Alejandro Sanchez Olano  
Dr. Rafael Torres Cabrejos  
Ing. Oswaldo Morales M.**

# ESTUDIO SISMICO DE CONSTRUCCIONES DE ADOBE DE DOS PISOS

Por *Ing. Roberto Morales Morales*  
*Ing. Alejandro Sanchez O \**  
*Dr. Rafael Torres C. \**  
*Ing. Oswaldo Morales M \*\**

## RESUMEN

Este trabajo es continuación de las investigaciones realizadas en la Universidad Nacional de Ingeniería desde el año 1971, cuyos resultados parciales han sido publicados

Se presenta una metodología para el estudio sísmico de construcciones de adobe de dos pisos, a fin de determinar los esfuerzos de compresión, de corte y de flexión

Además se ha realizado un estudio de viviendas económicas de adobe de dos pisos teniendo en cuenta la zonificación sísmica, el tipo de suelo, y el tipo de material. Finalmente se propone recomendaciones para el diseño y construcción de las viviendas económicas de adobe

## INTRODUCCION

En el Perú la mayoría de viviendas rurales y de algunos centros urbanos son de adobe, siendo muchas de ellas de dos pisos. Dada la modesta capacidad económica de la mayoría de nuestra población, es evidente, que se seguirá construyendo con materiales de bajo costo, como es el adobe además en muchos lugares es el único material de construcción disponible.

Esta realidad plantea un reto a la Ingeniería Civil, lo que hace imperativo el aporte de el esfuerzo y dedicación de sus miembros para mejorar mediante investigaciones y estudios el comportamiento de este tipo de viviendas frente a sollicitaciones sísmicas severas. En la Universidad Nacional de Ingeniería, conscientes de esta realidad, en el año 1970 se inició un "Programa de investigación de Construcciones de adobe", con el auspicio del Ministerio de Vivienda y Construcción

Posteriormente en 1972 bajo los auspicios del mismo Ministerio y con la participación de la Agencia Internacional para el Desarrollo (A.I.D.), en la Universidad Nacional de Ingeniería se realizaron estudios, en los que se utilizó bloques de suelo estabilizado con asfalto. Los objetivos de estos estudios fueron el desarrollo de una tecnología para la fabricación de bloques, el desarrollo de procedimientos de construcción, la determinación de una serie de características del material que permitieran el diseño racional de la construcción para resistir adecuadamente los movimientos sísmicos. Estos objetivos se han alcanzado prácticamente en su totalidad para construcciones de un piso

La experiencia de los sismos recientes muestran que bajo ciertas condiciones las construcciones de adobe pueden ofrecer comportamiento satisfactorio ante sismos severos estas condiciones se expresan por medio de factores, tales como la sismicidad regional, las características locales del suelo y el tipo de construcción.

---

\* *Profesor Principal del Dpto. de Estructuras y Construcción, Miembro del Comité de Ingeniería de la UNI*

\*\* *Ex-Profesor del Dpto. de Estructuras y Construcción, Miembro del Comité de Ingeniería Antisísmica de la UNI*

En este trabajo se presenta un estudio para el análisis de viviendas económicas de adobe y bloque estabilizado de dos pisos. El estudio se concreta en el desarrollo de una metodología en el diseño para cargas de gravedad y para fuerzas sísmicas actuando en el plano del muro y perpendiculares a éste. Además se estudia este tipo de viviendas teniendo en consideración la sismicidad regional y el tipo de suelo.

Finalmente se está planteando recomendaciones para continuar investigaciones acerca de las construcciones de adobe de dos pisos. Esperamos que este trabajo contribuya a la mejor comprensión del comportamiento sísmico de este tipo de construcción tradicional en nuestro país.

## 1. ESFUERZO ADMISIBLE POR COMPRESION EN MUROS

En el diseño de muros para cargas verticales es necesario determinar un esfuerzo permisible de compresión que considere en forma implícita la influencia de los otros factores actuantes. Matemáticamente el esfuerzo admisible de compresión puede expresarse:

$$f_m = \phi_r \phi_c \phi_e \phi_1 f'_m$$

donde:

$$f_m = \text{esfuerzo admisible}$$

$$f'_m = \text{esfuerzo de rotura nominal}$$

$$\phi_r, \phi_c, \phi_e, \phi_1 = \text{coeficientes de reducción por variabilidad de la resistencia real, variabilidad de las cargas, y por la excentricidad y la esbeltez respectivamente.}$$

A continuación se hace una evaluación de estos coeficientes, principalmente por similitud con los valores correspondientes en estructuras de concreto.

### 1.1 Variabilidad de la Resistencia Real ( $\phi_r$ ).

El coeficiente  $\phi_r$  depende principalmente de la diferencia entre el tamaño del espécimen y el prototipo ( $\phi_{rt}$ ), y de la variabilidad de la resistencia del material ( $\phi_m$ ).

$$\phi_r = \phi_{rt} \phi_m$$

El factor  $\phi_{rt}$  para el caso de columnas estribadas y muros de concreto se considera igual a 0.7; en muros de adobe la relación de tamaño entre el prototipo y el modelo o probeta de ensayo es prácticamente la misma, por lo tanto se adoptará  $\phi_{rt} = 0.7$ .

El factor  $\phi_m$  para el caso de columnas de concreto se considera igual a 0.85. En muros de adobe la variabilidad de la resistencia del material es menor que en el caso de concreto, por lo tanto se adoptará conservadoramente  $\phi_m = 0.9$  en construcciones de dos pisos.

Finalmente,  $\phi_r = 0.7 \times 0.9 = 0.63$

## 1.2 Variabilidad de las Cargas

En construcciones de viviendas de adobe típicas, la relación entre la carga viva y la muerta generalmente es menor que 0.15. Para esta relación el factor de mayoración ponderando para obtener la carga de rotura es:

$$\frac{1.4 \text{ CM} + 1.7 (0.15 \text{ CM})}{\text{CM} + 0.15 \text{ CM}} = 1.41$$

El coeficiente  $\phi_c$  será 0.70

## 1.3 Excentricidad de la Resultante

En base al estudio realizado de excentricidades reales en una vivienda típica de adobe de dos pisos, ver anexo 1, se asumirá que la resultante de las cargas en el muro actúa en el vértice del núcleo central. Para esta condición el esfuerzo máximo es igual al doble del esfuerzo nominal, de lo que resulta.

$$\phi_e = 0.5$$

## 1.4 Esbeltez

Para un elemento en compresión elástica la carga crítica, es  $P_{cr} = \pi^2 E I / (kl)^2$

donde

$kl$  = longitud de columna biarticulada equivalente

$E$  = módulo de elasticidad, que puede expresarse como

$E = f'm$  ( $f'm$  = Esfuerzo de compresión en rotura)

$I$  = momento de inercia por metro lineal de muro

$t$  = espesor del muro

$$I = \frac{t^3}{12} \quad (\text{despreciando la influencia del modulo de poisson})$$

$$\text{El esfuerzo crítico. } f_{cr} = \frac{P_{cr}}{t \times l} = 0.822 f'_m \alpha / (kl)^2 \quad (I)$$

Considerando una transición gradual de esta expresión hasta el valor límite  $\phi f'_m$ ; que puede lograrse pasando una parábola de eje vertical con vértice en

$$\left(\frac{kl}{t}\right)^2 = 0, \text{ y } f_m = \phi f'_m; \text{ y que además pasa por el punto } f_m = 0.5 \phi f'_m.$$

Para este valor obtenemos  $\frac{kl}{t} = 1.282 \sqrt{\alpha}$

Pasando la parábola por éstos dos puntos obtenemos finalmente.

$$\text{Para } kl / t, > 1.282 \sqrt{\alpha} : \frac{f_m}{\phi f_m} = \left( \frac{0.908}{kl/t} \right)^2 \alpha$$

(De Ec. 1, haciendo  $f_m = f_{cr}$ )

$$\text{Para } kl/t < 1.282 \sqrt{\alpha} : \frac{f_m}{\phi f_m} = 1 - \left( \frac{0.551 kl}{\sqrt{\alpha} t} \right)^2$$

(Ec. Parábola)

Estas ecuaciones expresadas gráficamente pueden verse en la figura 1

## VALORES RECOMENDABLES PARA k.

El coeficiente k del muro depende de las restricciones en sus extremos para cada nivel, que se

expresa por: 
$$\psi = \frac{\sum (EI)_{col.}}{\sum (EI)_{vig.}}$$

Para la determinación de los valores de  $\psi$ , se ha supuesto una construcción típica de adobe de dos plantas con altura de piso 2.65 m, espesor de muros 0.40 m; para los techos se ha puesto viguetas de madera de 2" x 8" espaciadas entre sí 0.50 m. Así se encontró para el piso superior de arriba hacia abajo  $\psi = 1.8, 3.6$ , y para el piso inferior, de arriba hacia abajo  $\psi = 3.6, 1.0$ .

Con estos valores y teniendo en cuenta que la construcción experimenta desplazamiento lateral se encontró  $K = 1.75$  para el segundo nivel, y  $K = 1.6$  para el primer piso.

Para fines prácticos de diseño es recomendable considerar  $K = 1.5$  para el primer nivel y  $K = 1.75$  para el segundo nivel

### 1.5 Resumen.

De lo anteriormente desarrollado, se asume que el esfuerzo permisible por compresión en muros de adobe, para viviendas económicas de dos pisos, está dado por:

$$f_m = \phi_r \phi_c \phi_e \phi_1 f'_m = (0.63)(0.70)(0.5)\phi_1 f'_m \quad f_m = 0.22 \phi_1 f'_m$$

## 2. MUROS CON CARGAS HORIZONTALES EN SU PLANO.- ESTUDIO DEL ESFUERZO CORTANTE

Cuando se considera fuerzas sísmicas en la dirección del muro, el esfuerzo más importante es el de corte paralelo a las hiladas. En la determinación de la fuerza de corte que toman los muros consideramos dos casos extremos:

### 2.1 Caso de Techo Rígido

Al considerar techo rígido, la fuerza sísmica se reparte entre los muros de acuerdo a sus rigideces laterales

Las rigideces se calculan con la teoría elástica para muros ignorando la rotación de la base. Se advierte sin embargo, que la rotación de la base tiene una influencia importante, si se trata de suelos compresibles.

Para el cálculo de la fuerza sísmica y su punto de aplicación se considera que la fuerza es proporcional a la masa y que el techo es infinitamente rígido.

### 2.1.1 Rigideces de los Muros

La rigidez de cada elemento de un muro específico se determinará con las expresiones (1)

$$k_1 = \frac{k_{si}}{\frac{4}{3} \left( \frac{h_i}{l_i} \right)^2 + 1} \quad (\text{Formula General}) \quad (a)$$

$$k_1 = k_{si} = \frac{1}{3} E \frac{t l_i}{h_i}; \quad (l_i > 4 h_i) \quad (b)$$

$$k_1 = 0.25 \left( \frac{l_i}{h_i} \right)^3 Et. \quad (l_i < \frac{h_i}{3}) \quad (c)$$

En la deducción de las ecuaciones (1) se ha considerado un factor de forma de 1.2 y un módulo de elasticidad por corte (G) igual a 0.4 E. Para el cálculo de las rigideces se ha considerado una deformada de voladizo.

Las expresiones (1b) y (1c) representan las rigideces por corte y flexión respectivamente. Los intervalos indicados han sido obtenidos considerando una diferencia del "valor real" por defecto menor del diez por ciento. Para fines prácticos esta simplificación se considera suficiente.

## RIGIDEZ EQUIVALENTE PARA MUROS EN PARALELO

$$K_e = \sum_{i=1}^n k_i$$

## RIGIDEZ EQUIVALENTE PARA MUROS EN SERIE

$$K_s = \frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}}$$

## 2.2 Caso de Techo Flexible

La fuerza cortante que toma cada muro depende únicamente de la masa situada dentro de su área de influencia.

### 3. MUROS CON CARGAS PERPENDICULARES A SU PLANO

Un muro sometido a cargas sísmicas perpendiculares a su plano se comporta como una losa

En el diseño para este tipo de solicitaciones es recomendable seguir el procedimiento desarrollado en la Universidad Nacional de Ingeniería, referencia (3)

### 4. ESTUDIO DE VIVIENDAS DE ADOBE DE 2 PISOS PARA DIVERSAS CONDICIONES DE SISMICIDAD Y DE TIPO DE SUELO.

#### 4.1 Coefficientes Sísmicos.

Usando los resultados del apéndice 2 en la determinación de las fuerzas sísmicas se ha obtenido los coeficientes sísmicos para las 3 tres zonas sísmicas y los tres tipos de suelo que especifica el reglamento peruano de diseño sismo-resistente, los cuales se muestran en la tabla 1.

**TABLA 1**  
**VALORES DE COEFICIENTES SISMICOS**

Zona Sísmica Tipo de Suelo	1	2	3
Tipo 1	0.267	0.187	0.080
Tipo 2	0.320	0.224	0.096
Tipo 3	0.374	0.262	0.112

#### 4.2 Esfuerzos admisibles de corte usados en el Estudio.

En este estudio se han considerado tres tipos de construcción: Adobe común con mortero de barro, bloque estabilizado con mortero de cemento-arena en la proporción de 1 a 8, y bloque estabilizado con mortero de suelo-asfalto. Con los valores de la adherencia,  $\mu$ , y del coeficiente de fricción,  $f$ , indicados se han calculado los valores del esfuerzo admisible de corte ( $V_{ad}$ ) en la cabeza y pie de los muros del primer y segundo nivel

Los valores se encuentran en la tabla 2 y obtenidos con la siguiente expresión  $V_{ad} = 0.45 (\mu + f \sigma)$

**TABLA N° 2**

**ESFUERZOS ADMISIBLES DE CORTE USADOS EN EL ESTUDIO**

Material	Mortero	$\mu$	f	Vad (2° nivel Kg/cm <sup>2</sup> )	Vad (1° nivel kg/cm <sup>2</sup> )
Adobe común	Barro *	0.15	1.09	0.13 (0.29)	0.31(0.52)***
Bloque estabilizado	cemento-** arena 1.8	0.36	1.07	0.21 (0.38)	0.40 (0.60)
	Suelo-asfalto.*	0.25	0.90	0.16 (0.29)	0.32 (0.49)

\* Dato obtenido de la referencia (4)

\*\* Dato obtenido de la referencia (2)

\*\*\* Los valores entre paréntesis corresponden al pie del muro

**4.3 Esfuerzos cortantes actuantes (Va)**

Para el modelo considerado en el apéndice 2 se han obtenido los valores de los esfuerzos de corte actuantes que se muestran en la table 3.

**TABLA N° 3**

**VALORES DE ESFUERZOS CORTANTES ACTUANTES**

(Va) en kg/cm<sup>2</sup>, en Primer y Segundo nivel

Zona Sísmica Tipo de suelo	1	2	3
Tipo 1	0.39 (0.20)*	0.27 (0.14)*	0.12 (0.06) *
Tipo 2	0.47 (0.24)	0.33 (0.17)	0.14 (0.070)
Tipo 3	0.55 (0.28)	0.38 (0.19)	0.16 (0.080)

\* Los valores entre paréntesis corresponden al 2° nivel

**4.4 Discusión de los Resultados**

La discusión final de los resultados se resume en las tablas 4, 5 y 6. Para el estudio se ha considerado una variabilidad de los esfuerzos actuantes de 20% para estructuras ubicadas en suelos tipo 1 y 2 y de 50% para las ubicadas en suelo tipo 3.



**TABLA N° 4**  
**ADOBE COMUN**

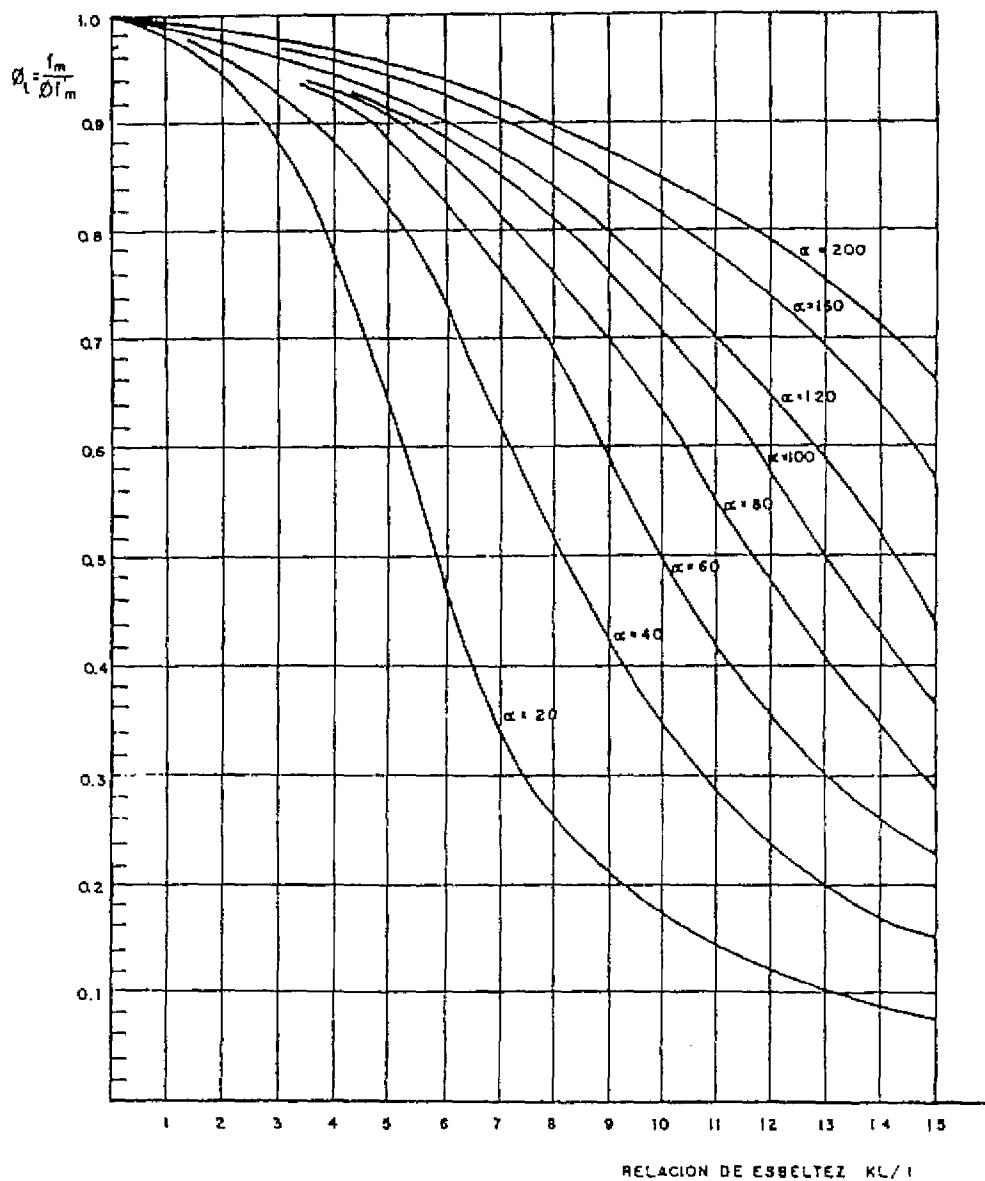
Zona sísmica Tipo de Suelo	1	2	3
Tipo 1	SI	SI	SI
Tipo 2	NO	SI	SI
Tipo 3	NO	NO	SI

**TABLA N° 5**  
**BLOQUE ESTABILIZADO CON MORTERO DE CEMENTO ARENA (1:8)**

Zona sísmica Tipo de Suelo	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Tipo 1	SI	SI	SI
Tipo 2	NO	SI	SI
Tipo 3	NO	SI	SI

**TABLA N° 6**  
**BLOQUE ESTABILIZADO CON MORTERO**  
**SUELO - ASFALTO**

Zona sísmica Tipo de suelo	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Tipo 1	SI	SI	SI
Tipo 2	NO	SI	SI
Tipo 3	NO	NO	SI



CURVAS PARA LA DETERMINACION DE ESFUERZOS ADMISIBLES EN MUROS PORTANTES

Fig. N° 1

## REFERENCIAS

- 1.- MINISTERIO DE VIVIENDA Y CONSTRUCCION, 1977  
"Normas Peruanas de Diseño Sismo-Resistente"
- 2.- MORALES M., ROBERTO, SANCHEZ O , ALEJANDRO, Y YAMASHIRO K ,  
RICARDO;  
"Proyecto de Bloque Estabilizado Estructuras" UNI - 1976.
- 3.- CONCHA B , OSCAR Y YAMASHIRO K., RICARDO.  
"Diseño Sismo-Resistente de Muros de Adobe". UNI - 1977
- 4.- MINISTERIO DE VIVIENDA Y CONSTRUCCION, 1979  
"Adobe - Diseño y Construcción"

## ANEXO 1

### ESTUDIO DE EXCENTRICIDADES REALES EN VIVIENDAS DE ADOBE DE DOS PISOS

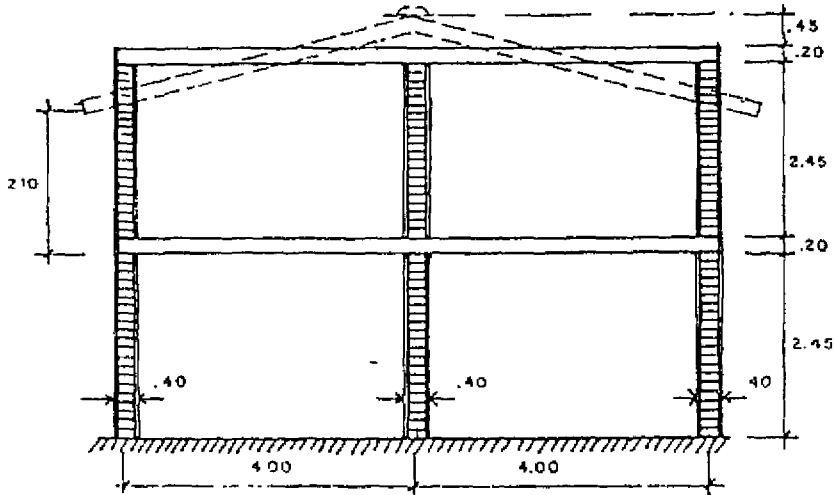


FIG 1 Elevación típica de vivienda económica

Se considera viguetas de madera de 2" x 8" espaciadas a 50 cm

#### CARACTERISTICAS MECANICAS (POR METRO DE CONSTRUCCION)

MUROS  $F_m = 15 \text{ kg/cm}^2$ ,  $E_m = 2000 \text{ kg/cm}^2$ .  
 $I_m = 533,300 \text{ cm}^4$ ,  $E_m I_m/h_m = 4.03 \times 10^6 \text{ kg x cm}$ .

TECHO:  $E_1 = 150,000 \text{ kg/cm}^2$  (MADERA)  
 $I = 6030 \text{ cm}^4$ ;  $EI_1 = 2.3 \times 10^6 \text{ kg x cm}$

#### CARGAS

	TECHO 1a. PLANTA		TECHO 2a PLANTA
Peso propio :	30		30
Acabados :	70		120 (Teja)
Sobrecargas :	200		100
...			...
	<b>300 kg/m<sup>2</sup></b>		<b>250 kg/m<sup>2</sup></b>

#### MUROS

2° piso  $P = 250 \times 2.20 = 550 \text{ kg}$  (Extremo superior)  
 1° piso  $P = 300 \times 2.20 + 2.65 \times 0.4 \times 1600 + 550$   
 $= 2906 \text{ kg}$  (Extremo superior)

## VERIFICACION DE ESFUERZOS EN MUROS

Para el primer nivel se ha estimado un momento en los muros de 170 kg-m.

$$P = 2906 \text{ kg.}$$

$$e = \frac{M}{P} = 0.06 \text{ m.}$$

$$e/t = 0.146 < \frac{1}{6} \quad \text{Conforme}$$

$$\sigma = \frac{2906}{100 \times 40} (1 \pm 6 \times 0.146) = \left\{ \begin{array}{l} 1.36 \\ 0.09 \end{array} \right\} \text{ kg/cm}^2$$

Es probable que el muro no se agriete

Si se considera conexiones rígidas en el segundo nivel, entre el muro y el techo, el momento en el muro sería de 235 kg-m; pero como en la práctica las conexiones de apoyo no son rígidas. asumiremos un momento en el muro igual a la mitad del obtenido.

$$M = 235 \times 0.5 = 117 \text{ kg-m.}$$

$$P = 550 \text{ kg.}$$

$$e = 0.21 \text{ m.}$$

$$e/t = 0.53 > \frac{1}{6}$$

$$\sigma = \frac{550}{100 \times 40} (1 \pm 6 \times 0.53) = \left\{ \begin{array}{l} 0.57 \\ -0.30 \end{array} \right\} \text{ kg/cm}^2$$

Es probable que el muro se agriete

Es necesario que el muro tenga en su cara externa un elemento que pueda absorber las tracciones (refuerzo de caña, adobe con paja, refuerzo metálico u otros).

## CRITERIO DE DIMENSIONAMIENTO PARA EL ESPESOR DEL MURO

Generalizando para un muro de espesor  $t$  y luz de techo  $l$  se tiene.

$$P = 2.50 \left( \frac{1}{2} \times 1.1 \right) + 300 \left( \frac{1}{2} \times 1.1 \right) + 2.65 t \times 1600$$

$$P = 302.5 t + 4240 t$$

$$M = 0.43 \frac{w l^2}{12} = 0.43 \times 300 \frac{l^2}{12}$$

$$M = 10.73 l^2$$

Para:

$$\frac{e}{t} = \frac{1}{6} = \frac{10.73 l^2}{(302.5 t + 42.40 t) t} = \frac{1}{6}$$

$$t^2 + 0.0713 l - 0.0152 l^2 = 0$$

$$t = 0.092 l$$

Para fines prácticos se asumirá,  $t = 0.1 (l)$

Además, es recomendable tomar para el espesor del muro  $t > \frac{1}{6} h$ , donde  $h$  es la altura de piso

## ANEXO 2

### ESTUDIO DE PERIODOS DE VIBRACION DE VIVIENDAS ECONOMICAS DE ADOBE DE DOS PISOS. DETERMINACION DE LAS FUERZAS SISMICAS

En este estudio se ha considerado un modelo constituido por un ambiente de planta cuadrada de 4 m. x 4 m., dos pisos de 2.65 m. de altura, muros de 0.45 de espesor, y techos de madera

Se ha tomado dos modelos dinámicos extremos, el primero con masas concentradas en los niveles de techo, y el segundo con masas uniformemente distribuida a lo alto de la edificación.

#### MODELO DE MASAS CONCENTRADAS

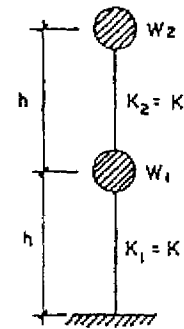
$$k_s = \left( \frac{1}{3} \frac{E t l}{h} \right)^2 = \frac{(2 \text{ Ton/cm}^2) (45 \text{ cm.}) (400 \text{ cm.})^2}{265 \text{ cm.}}$$

$$K_s = 90.6 \text{ Ton/cm}$$

$$k = \frac{k_s}{4/3 (h/l)^2 + 1} = 57.2 \text{ Ton/cm}$$

$$W_1 = 35.3 \text{ Ton}$$

$$W_2 = 17.7 \text{ Ton}$$



Modelo de Masas Concentradas  
Fig. N° 1

Resolviendo la ecuación de frecuencia

$$\left| \begin{matrix} K - \omega^2 m \end{matrix} \right| = 0, \text{ se tiene}$$

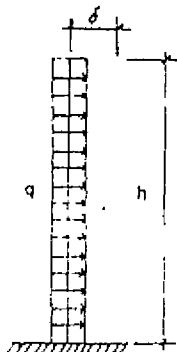
$$W_1 = 24.55 \text{ rad/seg}$$

$$T_1 = 0.26 \text{ seg.} < 0.30 \text{ seg}$$

$$W_2 = 64.35 \text{ rad/seg.}$$

$$T_2 = 0.10 \text{ seg.}$$

#### MODELO DE MASAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



Modelo de Masa Uniforme  
Fig. N° 2

$$m = \frac{\alpha h}{g} = \text{Masa total}$$

$$q = \text{Peso por unidad de altura}$$

$$\alpha = \text{Factor de forma} = 1.2$$

$$G = 0.4E$$

Considerando deformación por corte y flexión, se tiene

$$\delta_T = \delta_s + \delta_b = \frac{\alpha qh^2}{2AG} + \frac{1}{8} \frac{qh^4}{EI}$$

Asumiendo la primera forma de modo correspondiente a la deformación estática, se tiene

$$k_s = \frac{qh}{\delta_s} = \frac{2AG}{\alpha h} = \frac{Et}{1.5h}$$

$$k_b = \frac{qh}{\delta_b} = \frac{8EI}{h^3}$$

Reemplazando valores, se obtiene.

$$K_s = 90.6 \text{ Ton/cm} ; K_b = 51.6 \text{ Ton/cm.}$$

de estos valores, resulta  $k = 32.9 \text{ Ton/cm}$

La frecuencia circular  $w_1$ , será.

$$w_1 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{32.9 \times 980}{35.4} = 30.2 \text{ rad /seg.}$$

y el período fundamental será de  $T_1 = 0.21 \text{ seg} < 0.3 \text{ seg.}$

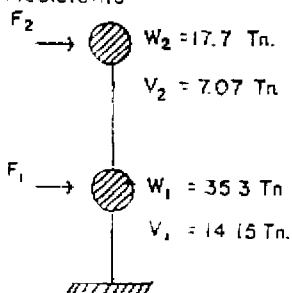
Puede observarse que para viviendas típicas de dos pisos, en ambos modelos el período fundamental es del mismo orden de magnitud y menor de 0.3 seg.

En consecuencia para viviendas típicas de adobe de dos pisos, se justifica usar un coeficiente sísmico elástico, C, de 0.4 que corresponde a estructuras cuyos períodos de vibración son menores o iguales a 0.3 segundos

## DETERMINACION DE LAS FUERZAS SISMICAS

Considerando para el modelo presentado

$Z = 1.0$ ;  $U = 1.0$ ;  $S = 1.0$ ;  $C = 0.4$ ;  $R_D = 1.5$ , y aplicando el Reglamento Peruano de Diseño Sismo-Resistente



$$H = 0.267 P = 0.267 (52.99) = 14.15 \text{ Ton.}$$

$$F_2 = 7.07 \text{ Ton}$$

$$F_1 = 7.08 \text{ Ton}$$

Fuerzas Sísmicas  
Fig. N° 3

## RECOMENDACIONES

- 1 Realizar investigaciones en muros a escala natural para determinar en forma más precisa los esfuerzos admisibles de compresión promedio y sus desviaciones

Estas investigaciones tendrán además, por finalidad encontrar

- El factor  $\phi_r$  de variabilidad de resistencia del prototipo al modelo (especimen) Estas experiencias se realizan en muros a escala natural, tratando de simular las condiciones reales de apoyo, confinamiento, cargas, etc
- El factor  $\phi_e$  de variabilidad por excentricidad del prototipo al modelo Estas experiencias tendrán por finalidad encontrar este factor representativo del grado de restricción de los techos en sus bordes y la influencia de la excentricidad de las cargas en el agrietamiento
- El factor  $\phi_l$  de variabilidad por esbeltez Se deberán programar una serie de experiencias con la finalidad de determinar este factor.

2. Efectuar experiencias con la finalidad de determinar en forma más precisa los esfuerzos cortantes admisibles promedio y sus desviaciones en los muros de viviendas de adobe de dos pisos

- 3 Realizar construcciones típicas de adobe de dos pisos, en diferentes regiones sísmicas del país y ubicadas sobre diferentes tipos de suelo Estas experiencias tendrán, por finalidad fundamental conocer más la influencia de estos factores en la respuesta sísmica de estas construcciones