

CAPITULO 1

FORMA TRADICIONAL DE CÁLCULO DE DESPLAZAMIENTOS Y FUERZAS EN ESTRUCTURAS SIN MAMPOSTERÍA

RESUMEN

En la actualidad los métodos de diseño estructural y las consideraciones que se realizan previas al diseño en ciertas ocasiones no toman en cuenta el efecto que puede causar la mampostería o los muros de corte cuando las estructuras estén sometidas a efectos dinámicos principalmente los efectos sísmicos.

Se presenta el análisis sísmico espacial por el método de superposición modal, el cual considera tres grados de libertad por planta y permite obtener los valores de las fuerzas laterales por piso, fuerzas cortantes en los pórticos y los desplazamientos que se producen en la estructura según el tipo de suelo en el que ésta se encuentre ubicada.

Además se explica el funcionamiento del programa MODALESPACIAL3GDLNEW que se fundamenta en la teoría del método de superposición modal.

Se presentan 5 casos de estructuras con diferentes relaciones de luces de la losa. Cada caso de 3, 4, 5 y 6 pisos de las cuales se obtienen las fuerzas laterales y los desplazamientos en los pórticos según el sentido de análisis que se considera.

Los resultados que se obtienen, servirán en los siguientes capítulos para realizar una comparación en lo que sucederá cuando se incorpore a éstas estructuras la mampostería (Edificios Abiertos) y además cuando estos edificios abiertos se les acople un sistema de aislamiento de base elastomérico. Para poder determinar cual será el mejor comportamiento de las estructuras para cada caso.

1.1 INTRODUCCIÓN

En el diseño de estructuras, en principio se consideran los efectos gravitatorios y las cargas adicionales debidas a las sobrecargas según el uso de la edificación.

Entre las cargas adicionales que se consideran para el diseño estructural se encuentra la mampostería que para el caso de nuestro país es normal utilizar un valor de carga de mampostería de 0.200 T/m^2 , este valor se lo utiliza al momento de realizar el predimensionamiento de los elementos estructurales que forman el edificio.

Para realizar un estudio más detallado se debe considerar cual es el efecto que produce la mampostería en una edificación por tal motivo en este capítulo se analizarán varias estructuras sin considerar la presencia de mampostería para obtener los valores de desplazamientos y fuerzas en cada uno de los pisos.

Esto es importante ya que posteriormente se considerará la mampostería y se podrá comparar los valores de desplazamientos y fuerzas que se obtendrán con y sin mampostería.

En la actualidad para el diseño de las estructuras se utilizan métodos lineales estáticos o dinámicos; sin embargo, estos tipos de análisis pueden ser insuficientes para describir el comportamiento real de estructuras ante la acción de fuerzas dinámicas como las producidas por los sismos de gran intensidad que definen las acciones de diseño.

Para lograr comprender el comportamiento real de las estructuras es necesario usar métodos de análisis dinámico no lineal paso a paso que, para fines prácticos, no representan la opción más recomendable para el análisis de estructuras tridimensionales (3D) de edificios, ya que son complejos en su concepción y en su uso.

Este tipo de análisis solo se justifica para ciertas aplicaciones donde se requieren resultados refinados, como es el caso de este proyecto de tesis para lo cual a continuación se describe el análisis sísmico espacial por el método de

superposición modal para calcular los valores de las fuerzas en cada piso de las estructuras que se proponen en este capítulo.

1.2 ANÁLISIS SÍSMICO ESPACIAL

Para realizar el análisis sísmico espacial se utiliza el método de superposición modal, el cual nos demuestra que los modos normales pueden ser utilizados para transformar el sistema de ecuaciones diferenciales acopladas en un nuevo conjunto de ecuaciones diferenciales desacopladas, en el que cada ecuación contiene una sola variable dependiente.

Este método es apropiado para calcular la respuesta de estructuras complejas de varios grados de libertad a solicitaciones dinámicas o movimientos sísmicos.

Para el análisis espacial de edificios se debe considerar tres grados de libertad por planta debido a la acción de un espectro de diseño inelástico que para este caso se considera el espectro inelástico CEC – 2000 para los 4 tipos de suelos S1, S2, S3 y S4.

1.2.1 Procedimiento de cálculo

Para el análisis sísmico de edificios considerando tres grados de libertad por planta es el siguiente:

- Se indican los grados de libertad para realizar el análisis sísmico empezando por los desplazamientos en el sentido X, luego en sentido Y y finalmente los giros como se indica en la Figura 1.1.

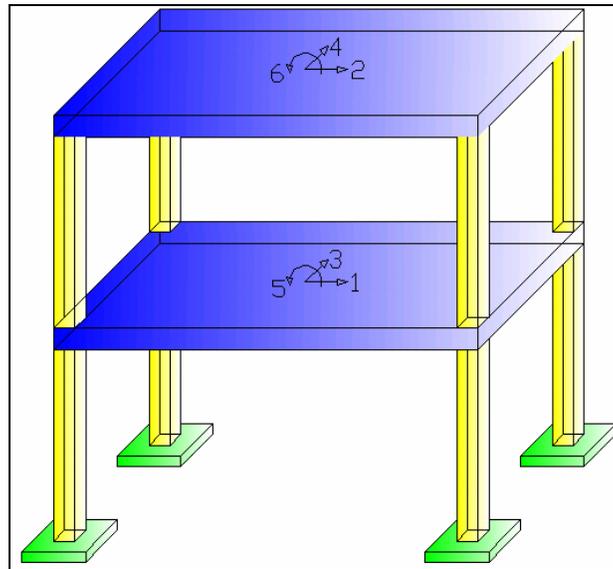


Figura 1.1 Numeración de grados de libertad para el análisis sísmico.

- Se determinan las Matrices de Rigidez Lateral **KL** de cada uno de los pórticos utilizando cualquiera de los programas computacionales según sea el caso (RLAXINFI, RLAXINFIMURO, RLAXINFIMAMPOSTERÍA) utilizando inercias agrietadas para el análisis sísmico y con inercias gruesas para el control de derivas, control P- Δ y control de cortante basal mínimo.
- Se obtienen los vectores de **r** que indica la distancia que existe desde el pórtico hasta el Centro de Masa C.M, el signo del vector R depende del sentido de análisis que debe ser horario (negativo) y antihorario (positivo).
- Se determina la Matriz de Rigidez Espacial **KE** primero con las **KL** con inercias agrietadas utilizando la siguiente ecuación:

$$KE = \begin{bmatrix} K_{xx} & K_{xy} & K_{x\theta} \\ & K_{yy} & K_{y\theta} \\ & & K_{\theta\theta} \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

Donde: K_{xx} es la sumatoria de las matrices de rigidez lateral KL de los pórticos en sentido X.

$$K_{xx} = \sum KL^{(1)} + KL^{(2)} + \dots + KL^{(n)} \quad (1.2)$$

K_{yy} es la sumatoria de las matrices de rigidez lateral KL de los pórticos en sentido Y.

$$K_{yy} = \sum KL^{(A)} + KL^{(B)} + \dots + KL^{(n)} \quad (1.3)$$

$K_{x\theta}$ es la sumatoria de las matrices de rigidez lateral KL de los pórticos en sentido X multiplicadas por el vector R

$$R^n = \begin{bmatrix} \pm r & & \\ & \pm r & \\ & & \pm r \end{bmatrix} \quad (1.4)$$

$$K_{x\theta} = \sum KL^{(1)} * R^{(1)} + KL^{(2)} * R^{(2)} + \dots + KL^{(n)} * R^{(n)} \quad (1.5)$$

$K_{y\theta}$ es la sumatoria de las matrices de rigidez lateral KL de los pórticos en sentido Y multiplicadas por el vector R.

$$K_{y\theta} = \sum KL^{(A)} * R^{(A)} + KL^{(B)} * R^{(B)} + \dots + KL^{(n)} * R^{(n)} \quad (1.6)$$

$K_{\theta\theta}$ es la sumatoria de las matrices de rigidez lateral KL de todos los pórticos multiplicadas por el vector R elevado al cuadrado.

$$K_{\theta\theta} = \sum KL * R^2 \quad (1.7)$$

- Se encuentra la matriz de masa **M** en coordenadas de piso tomadas en el Centro de Masas **CM**.

$$m = \begin{bmatrix} m_1 & & & \\ & m_2 & & \\ & & \cdot & \\ & & & m_n \end{bmatrix} \quad (1.8)$$

$$J = \begin{bmatrix} J_1 & & & \\ & J_2 & & \\ & & \cdot & \\ & & & J_n \end{bmatrix} \quad (1.9)$$

Donde: m_n es la masa de cada piso que se determina mediante la carga muerta más aproximadamente un 25 % de la carga viva y J_i es el momento de inercia de la masa que se obtiene mediante la ecuación:

$$J_i = \frac{m_i}{12} * (a_i^2 + b_i^2) \quad (1.10)$$

Donde a_i , b_i son las dimensiones de la losa de cada piso.

Para luego obtener la Matriz de Masas de toda la estructura lo que indica la siguiente ecuación:

$$M = \begin{bmatrix} m & & \\ & m & \\ & & J \end{bmatrix} \quad (1.11)$$

- Se obtiene los Valores y Vectores Propios con la Matriz de Rigidez Espacial KE y la Matriz de Masa M.

Para el cálculo de los Valores y Vectores Propios (λ y ϕ); el fundamento matemático se basa en la siguiente ecuación:

$$(K - \lambda M)\phi = 0 \tag{1.12}$$

Donde, K es la Matriz de Rigidez Espacial **KE** y M es la Matriz de Masa **M**.

Los Valores Propios se ordenan de la siguiente forma:

$$\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 \dots \lambda_n \tag{1.13}$$

Mientras que los Vectores Propios se ordenan de la siguiente forma:

$$\phi^{(1)}, \phi^{(2)}, \phi^{(3)} \dots \phi^{(n)} \tag{1.14}$$

Para calcular los Valores y Vectores Propios; MATLAB presenta una opción directa, por consola, utilizando el comando eig. Para utilizar este comando se debe tener la Matriz de Rigidez Espacial KE y la Matriz de Masa ME el comando se utiliza de la siguiente forma:

$$[V,D] = \text{eig}(K,M)$$

El programa reporta en V los Vectores propios o Modos de Vibración y en D los Valores Propios.

- Se determinan los periodos y frecuencias de vibración en base a los valores propios que se obtengan.

$$Wn_i = \sqrt{\lambda_i} \tag{1.15}$$

$$T_i = \frac{2\pi}{Wn_i} \tag{1.16}$$

- Para realizar el análisis sísmico en sentido X se obtiene el vector **bx** como lo indica la siguiente ecuación.

$$b_x = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{Número de Pisos} \\ \text{Número de Pisos} \\ \text{Número de Pisos} \end{matrix} \tag{1.17}$$

- Se seleccionan los modos de vibración que aporten a la respuesta sísmica en sentido X.

$$\Phi^{(i)} = \begin{bmatrix} \Phi_1^{(i)} \\ \Phi_2^{(i)} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{Numero de pisos} \quad (1.18)$$

- Se obtienen los factores de participación modal mediante la siguiente ecuación:

$$\gamma_i = \frac{\Phi^{(i)T} * M * b_x}{\Phi^{(i)T} * M * \Phi^{(i)}} \quad (1.19)$$

- Se determina la aceleración espectral A_{di} ingresando al espectro inelástico según el tipo de suelo con cada uno de los periodos de vibración obtenidos, esto se ilustra en la figura 1.2.

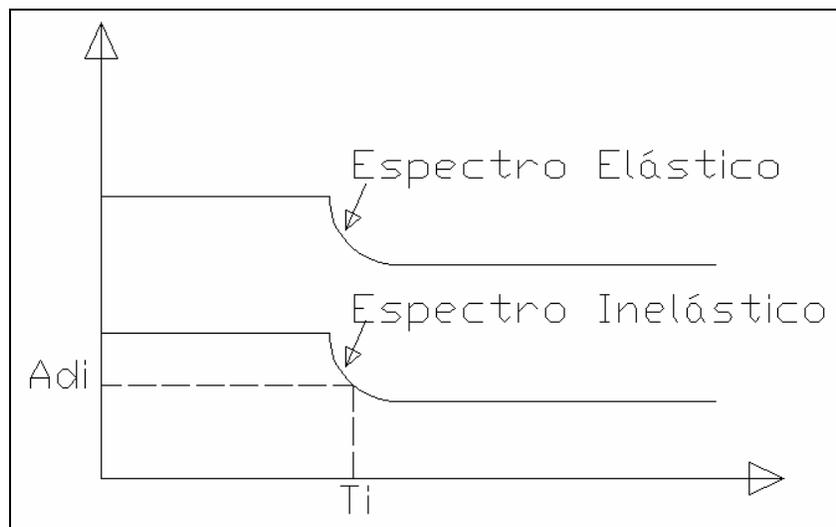


Figura 1.2 Espectro Elástico e Inelástico del CEC-2000.

- Se calculan las fuerzas y momentos máximos modales en el Centro de Masas **CM** de cada piso.

$$Q^{(i)} = \gamma_i * A_{di} * M * \Phi^{(i)} \tag{1.20}$$

- Se obtiene el valor de los cortantes con las fuerzas modales en el Centro de Masas **CM** de cada piso para los modos de vibración que aportan a la respuesta sísmica en sentido X.
- Se aplica el criterio de combinación modal (Norma Técnica de Perú 2003) en los cortantes obtenidos para calcular el cortante resultante.

$$V = 0.25 * \sum_{i=1}^N |V_i| + 0.75 * \sqrt{\sum_{i=1}^N V_i^2} \tag{1.21}$$

- Se determinan los momentos por torsión accidental con las cortantes resultantes obtenidas luego de aplicar el criterio de combinación modal.

$$M_T = F_i * 0.05 * L_i * A_x \tag{1.22}$$

- Se determina el vector de cargas para los valores obtenidos por torsión accidental.

$$Q = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ M_{T1} \\ M_{T2} \end{bmatrix} \tag{1.23}$$

Número de pisos

- Se obtiene el vector de coordenadas generalizadas **q** mediante el vector de cargas por torsión accidental **Q** y la Matriz de Rigidez **KE** con inercias gruesas.

$$Q = KE * q \tag{1.24}$$

- Se determinan los desplazamientos laterales de cada pórtico del sentido de análisis **p** mediante la multiplicación del vector de coordenadas generalizadas **q** por la matriz de compatibilidad **A** de cada pórtico.

$$p^{(i)} = q * A^{(i)} \tag{1.25}$$

- Se calculan las fuerzas laterales de cada pórtico del sentido de análisis **P** mediante la multiplicación de la Matriz de Rigidez de cada pórtico **KL⁽ⁱ⁾** por los desplazamientos laterales del mismo **p**.

$$P^{(i)} = p^{(i)} * KL^{(i)} \tag{1.26}$$

- Se determina el nuevo vector de cargas **Q** considerando la torsión accidental al sumar las fuerzas laterales en los pórticos del sentido de análisis **P** al vector de cargas **Q**.

$$Q = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{Número de pisos} \tag{1.27}$$

- Se realiza el control del Cortante Basal Mínimo de acuerdo al CEC – 2000.

$$V_{O_{MIN}} = \frac{C * Z * I}{R * \phi_p * \phi_e} * W \tag{1.28}$$

Donde; Z es el factor de zonificación sísmica; 0.4 para la ciudad de Quito de acuerdo al mapa de zonificación sísmica que se encuentra en Aguiar R., (2008) Análisis Sísmico de Edificios. I es el coeficiente de importancia (1); R es el factor de reducción de fuerzas sísmicas (6); ϕ_p y ϕ_e son los factores que consideran las

irregularidades en planta y elevación de la estructura. $\phi_p = 1$ y $\phi_e = 1$; W es el peso calculado mediante la Carga Muerta.

$C = \frac{1.25 * S^S}{T}$ es el coeficiente que considera el tipo de suelo donde se encuentra la estructura. Los valores de S y T se los obtiene de la siguiente tabla.

Tabla 1.1 Valores de S y β según el tipo de suelo.

Tipo de Suelo	S1	S2	S3	S4
S	1	1.2	1.5	2
β	2.5	3	2.8	2.5

Una vez que se obtenido el V_{oMIN} se lo compara con el V_o obtenido al calcular las fuerzas cortantes resultantes utilizando el criterio de combinación modal (Norma Técnica de Perú 2003) y con el V_o obtenido al calcular las fuerzas considerando la torsión accidental.

$$V_o > V_{oMIN} \tag{1.29}$$

- Se efectúa el control de la deriva de piso máxima.

Obtenemos el vector de coordenadas generalizadas inelásticas q_{INE} de la multiplicación del vector q por el factor $R * \phi_p * \phi_e = 6$.

$$q_{INE} = \begin{bmatrix} q_{INE_{i-1}} \\ q_{INE_i} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \tag{1.30}$$

Donde; $q_{INE_{i-1}}$ es el desplazamiento elástico en el piso $i-1$; y q_{INE_i} es el desplazamiento elástico en el piso i

Obtenemos el valor de la deriva de piso.

$$\gamma_i = \frac{q_{INE_i} - q_{INE_{i-1}}}{h_i} \tag{1.31}$$

Para comprobar que el valor de la deriva de piso es correcto no deberá exceder al 1.5 %.

$$\gamma < 1.5 \% \tag{1.32}$$

- Se realiza el control del efecto P – Δ:

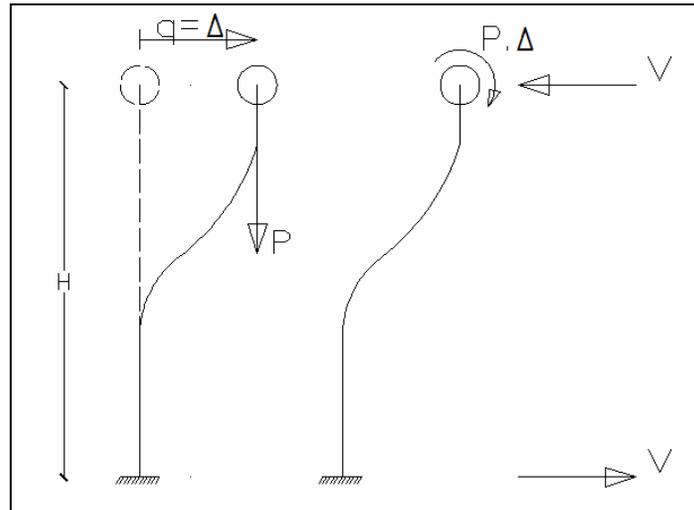


Figura 1.3 Efecto P – Δ

Primero se calcula el Índice de Estabilidad de Piso θ_i mediante la siguiente ecuación:

$$\theta_i = \frac{P_i * \Delta_i}{V_i * h_i} \tag{1.33}$$

Donde; P_i es carga vertical desde el primer hasta el último piso; Δ_i es la deriva del piso i obtenida mediante desplazamientos elásticos (KE con inercias agrietadas); h_i es la altura del piso i ; y V_i es el cortante del piso i .

Luego de obtener el Índice de Estabilidad de Piso este resultado debe ser menor que 0.10 para no tener problemas de efecto P – Δ.

$$\theta_i < 0.10 \tag{1.34}$$

En caso de que el Índice de Estabilidad de Piso se encuentre entre 0.10 y 0.30 se debe aumentar las secciones de los elementos estructurales.

1.3 PROGRAMA MODALESPACIAL3GDLNEW

El programa MODALESPACIAL3GDLNEW utiliza como fundamento teórico lo explicado anteriormente concerniente al Análisis Sísmico Espacial por el Método de Superposición Modal considerando 3 grados de libertad por planta.

1.3.1 Datos que se ingresan en el programa

[V]=modalespacial3gdl(ejes,altura,pesoD,pesoL,KLA,KLG,r)

- **ejes:** Número de ejes en la dirección del análisis sísmico.
- **altura:** Vector que contiene la altura que existe desde la base de la estructura hasta cada uno de los pisos que esta tiene.
- **pesoD:** Vector que contiene los pesos ocasionados por la carga muerta en cada uno de los pisos de la estructura.
- **pesoL:** Vector que contiene un porcentaje del peso de la carga viva en cada uno de los pisos de la estructura.
- **KLA:** Matriz que esta formada por la matriz de rigidez lateral de todos los pórticos calculados con inercias gruesas.
- **KLG:** Matriz que esta formada por la matriz de rigidez lateral de todos los pórticos calculados con inercias agrietadas.
- **r:** Vector que contiene las distancias desde el centro de masa de cada piso a cada uno de los pórticos.

1.3.2 Resultados que brinda el programa.

- Fuerzas laterales sin torsión accidental.
- Fuerzas laterales con torsión accidental.
- Desplazamientos máximos en el centro de masa de cada piso.
- Deriva e Índice de Estabilidad de cada piso en el centro masa.
- Deriva de piso máxima con y sin control del efecto $P - \Delta$.
- Fuerzas laterales máximas en cada pórtico según el sentido de análisis.
- Cortante Basal.

1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

A continuación se describen las características de las estructuras que serán sometidas a un análisis sísmico espacial por el método de superposición modal considerando 3 grados de libertad por planta. Ya que luego de realizar este análisis se busca obtener las fuerzas en los pórticos de cada una de las estructuras para posteriormente comparar estos resultados con las mismas estructuras pero con la presencia de mampostería (Edificios Abiertos) y con un sistema de aislamiento por medio de aisladores de tipo Elastomérico.

Se define el parámetro α como la relación de la distancia $2c$ con respecto a $2a$. Es decir $\alpha = c/a$. Donde $2a$ es la dimensión más larga de la estructura y $2c$ es la dimensión corta. Se destaca que el análisis sísmico se realiza en sentido Y, de tal manera que la dimensión $2a$ es perpendicular a la dirección del análisis sísmico.

Para cada parámetro α se consideraron edificios de 3, 4, 5 y 6 pisos. De tal manera que se han analizado 20 edificios. La altura de entrepiso que se considera es de 4.0 metros para la primera planta y para los siguientes pisos es de 3.0 metros.

1.4.1 Caso 1 - $\alpha = 1$

El primer caso de análisis es una estructura con relación de luces de la losa igual a 1, con características estructurales dependiendo del número de pisos al igual que la carga muerta por piso indicado en la tabla 1.2.

Tabla 1.2 Características de la Estructura Caso 1.

CASO1															
EDIFICACIÓN	Dimensiones Columnas						Dimensiones Vigas						Largo	Ancho	Carga Muerta (T/m ²)
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	2a	2c	
3 pisos	40/40	40/40	35/35				30/40	30/40	30/35				10	10	0.6
4 pisos	45/45	45/45	40/40	40/40			35/45	35/45	30/40	30/40			10	10	0.7
5 pisos	50/50	50/50	45/45	45/45	40/40		40/50	40/50	35/45	35/45	30/40		10	10	0.8
6 pisos	55/55	55/55	50/50	50/50	45/45	45/45	45/55	45/55	40/50	40/50	30/40	30/40	10	10	0.9

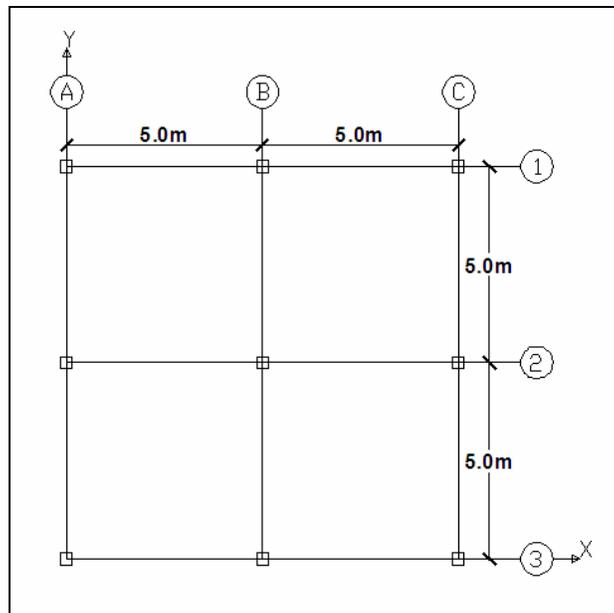


Figura 1.4 Vista en planta de la Estructura Caso 1.

1.4.2 Caso 2 - $\alpha = 0.67$

El segundo caso de análisis es una estructura con relación de luces de la losa igual a 0.67, con características estructurales dependiendo del número de pisos al igual que la carga muerta por piso indicado en la tabla 1.3.

Tabla 1.3 Características de la Estructura Caso 2

CASO 2															
EDIFICACIÓN	Dimensiones Columnas						Dimensiones Vigas						Largo 2a	Ancho 2c	Carga Muerta (T/m ²)
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6			
3 pisos	45/45	45/45	40/40				35/45	35/45	30/40				15	10	0.6
4 pisos	50/50	50/50	45/45	45/45			40/50	40/50	35/45	30/40			15	10	0.7
5 pisos	55/55	55/55	50/50	50/50	45/45		45/55	45/55	40/50	40/50	35/45		15	10	0.8
6 pisos	60/60	60/60	55/55	55/55	50/50	50/50	50/60	50/60	45/55	45/55	40/50	40/50	15	10	0.9

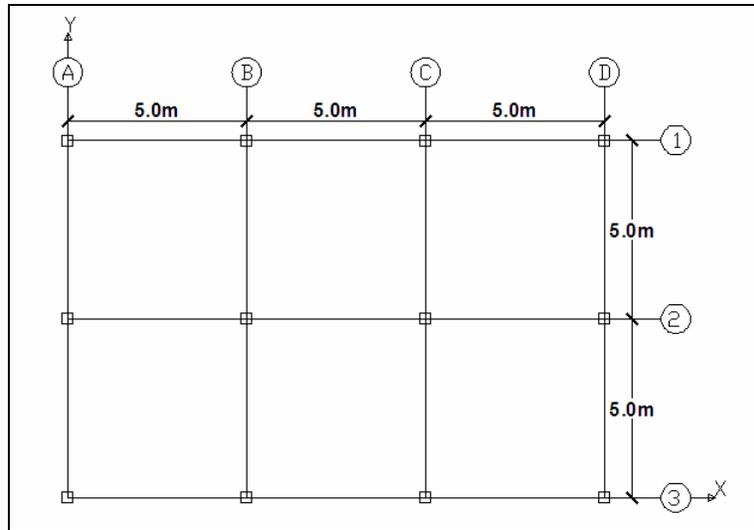


Figura 1.5 Vista en planta de la Estructura Caso 2.

1.4.3 Caso 3 - $\alpha = 0.5$

El tercer caso de análisis es una estructura con relación de luces de la losa igual a 0.5, con características estructurales dependiendo del número de pisos al igual que la carga muerta por piso indicado en la tabla 1.4.

Tabla 1.4 Características de la Estructura Caso 3

CASO 3															
EDIFICACIÓN	Dimensiones Columnas						Dimensiones Vigas						Largo	Ancho	Carga Muerta (T/m ²)
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	2a	2c	
3 pisos	45/45	45/45	40/40				35/45	35/45	30/40				20	10	0.6
4 pisos	50/50	50/50	45/45	45/45			40/50	40/50	35/45	30/40			20	10	0.7
5 pisos	55/55	55/55	50/50	50/50	45/45		45/55	45/55	40/50	40/50	35/45		20	10	0.8
6 pisos	60/60	60/60	55/55	55/55	50/50	50/50	50/60	50/60	45/55	45/55	40/50	40/50	20	10	0.9

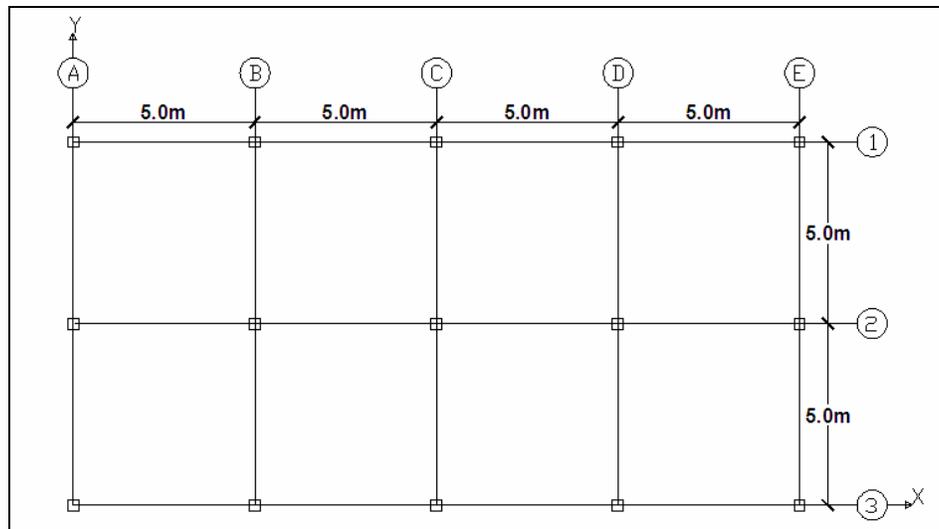


Figura 1.6 Vista en planta de la Estructura Caso 3.

1.4.4 Caso 4 - $\alpha = 0.625$

El cuarto caso de análisis es una estructura con relación de luces de la losa igual a 0.625, con características estructurales dependiendo del número de pisos al igual que la carga muerta por piso indicado en la tabla 1.5.

Tabla 1.5 Características de la Estructura Caso 4

CASO4															
EDIFICACIÓN	Dimensiones Columnas						Dimensiones Vigas						Largo 2a	Ancho 2c	Carga Muerta (T/m ²)
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6			
3 pisos	45/45	45/45	40/40				35/45	35/45	30/40				16	10	0.6
4 pisos	50/50	50/50	45/45	45/45			40/50	40/50	35/45	30/40			16	10	0.7
5 pisos	55/55	55/55	50/50	50/50	45/45		45/55	45/55	40/50	40/50	35/45		16	10	0.8
6 pisos	60/60	60/60	55/55	55/55	50/50	50/50	50/60	50/60	45/55	45/55	40/50	40/50	16	10	0.9

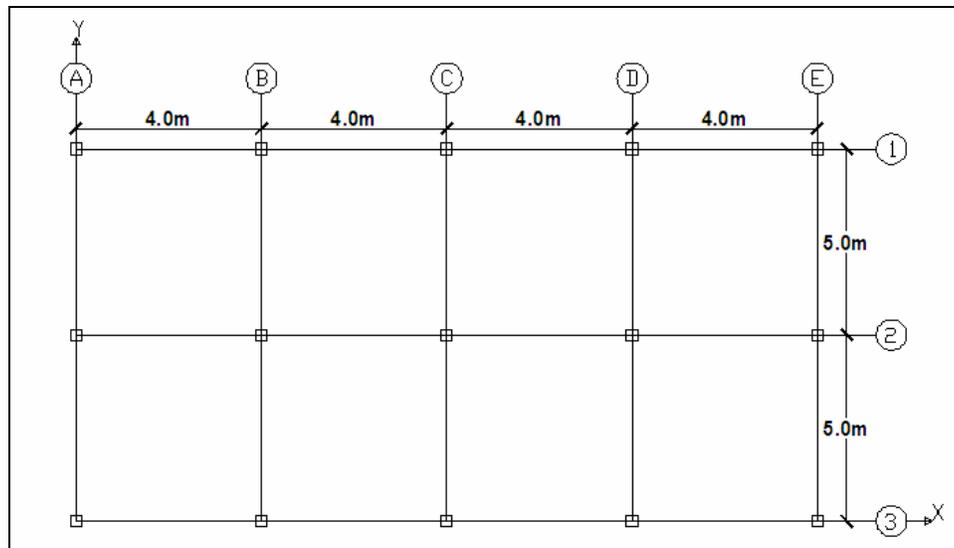


Figura 1.7 Vista en planta de la Estructura Caso 4.

1.4.5 Caso 5 - $\alpha = 0.83$

El quinto caso de análisis es una estructura con relación de luces de la losa igual a 0.83, con características estructurales dependiendo del número de pisos al igual que la carga muerta por piso indicado en la tabla 1.6.

Tabla 1.6 Características de la Estructura Caso 5

CASO 5															
EDIFICACIÓN	Dimensiones Columnas						Dimensiones Vigas						Largo 2a	Ancho 2c	Carga Muerta (T/m ²)
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6			
3 pisos	45/45	45/45	40/40				35/45	35/45	30/40				12	10	0.6
4 pisos	50/50	50/50	45/45	45/45			40/50	40/50	35/45	30/40			12	10	0.7
5 pisos	55/55	55/55	50/50	50/50	45/45		45/55	45/55	40/50	40/50	35/45		12	10	0.8
6 pisos	60/60	60/60	55/55	55/55	50/50	50/50	50/60	50/60	45/55	45/55	40/50	40/50	16	10	0.9

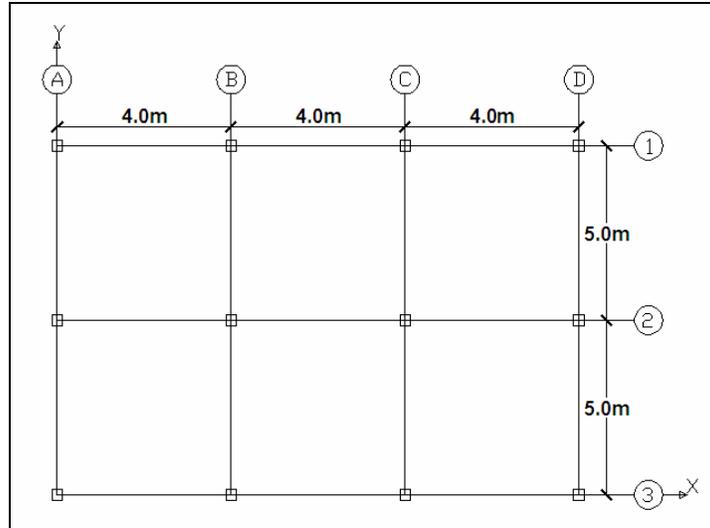


Figura 1.8 Vista en planta de la Estructura Caso 5.

1.5 FUERZAS Y DESPLAZAMIENTOS

Se realizó el análisis sísmico en dirección Y de las 20 estructuras considerando tres grados de libertad por planta. Se realizó el análisis en los 4 tipos de suelo para observar el comportamiento de cada estructura según el número de pisos y el tipo de suelo en el que se encuentra.

Se obtuvo la respuesta en el tiempo de cada una de las estructuras descritas anteriormente, ante los espectros promedios que consideran cada tipo de perfil de suelo.

El sentido de análisis de las estructuras se las realizó en sentido Y, como anteriormente se mencionó, para de esta forma obtener las respuestas máximas de los desplazamientos en función del tiempo. Las estructuras son simétricas por no poseer mampostería; por tal motivo los desplazamientos serán los mismos en todos los pórticos y se desplazarán en la misma dirección.

Además se presentan las fuerzas laterales en los pórticos extremos mediante la acción de los espectros promedios de cada tipo de suelo; al igual que los desplazamientos las fuerzas serán exactamente las mismas en cada pórtico ya que la estructura no posee el acoplamiento de mampostería.

1.5.1 Caso 1 - $\alpha = 1$.

1.5.1.1 Tres pisos.

Tabla 1.7 Fuerzas en pórticos extremos Caso 1- Tres Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (C) (T.)						
1	1.3409	1.3409	1.6612	1.6612	2.1639	2.1639	2.3185	2.3185
2	1.836	1.836	2.3106	2.3106	3.3918	3.3918	3.634	3.634
3	3.4841	3.4841	4.3181	4.3181	5.6443	5.6443	6.0475	6.0475

Tabla 1.8 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 1 – Tres Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (C) (m.)						
1	0.0337	0.0337	0.0419	0.0419	0.0567	0.0567	0.0506	0.0506
2	0.0604	0.0604	0.0751	0.0751	0.1016	0.1016	0.0907	0.0907
3	0.0826	0.0826	0.1027	0.1027	0.1381	0.1381	0.1233	0.1233

1.5.1.2 Cuatro pisos.

Tabla 1.9 Fuerzas en pórticos extremos Caso 1- Cuatro Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (C) (T.)						
1	1.3304	1.3304	1.6348	1.6348	2.1245	2.1245	2.3532	2.3532
2	1.445	1.445	1.8204	1.8204	2.9934	2.9934	3.3686	3.3686
3	2.2335	2.2335	2.8125	2.8125	4.5978	4.5978	5.1711	5.1711
4	4.0821	4.0821	5.0466	5.0466	6.9856	6.9856	7.7738	7.7738

Tabla 1.10 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 1 – Cuatro Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (C) (m.)						
1	0.0289	0.0289	0.036	0.036	0.0534	0.0534	0.0497	0.0497
2	0.0535	0.0535	0.0666	0.0666	0.0989	0.0989	0.0921	0.0921
3	0.0791	0.0791	0.0984	0.0984	0.1456	0.1456	0.1356	0.1356
4	0.0985	0.0985	0.1225	0.1225	0.1798	0.1798	0.1674	0.1674

1.5.1.3 Cinco pisos.

Tabla 1.11 Fuerzas en pórticos extremos Caso 1- Cinco Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (C) (T.)						
1	1.3714	1.3714	1.6759	1.6759	2.0438	2.0438	2.3884	2.3884
2	1.5701	1.5701	1.9546	1.9546	2.8931	2.8931	3.5264	3.5264
3	1.6416	1.6416	2.0873	2.0873	3.6927	3.6927	4.6406	4.6406
4	2.5362	2.5362	3.1951	3.1951	5.2619	5.2619	6.5369	6.5369
5	4.7972	4.7972	5.918	5.918	8.0005	8.0005	9.5743	9.5743

Tabla 1.12 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 1 – Cinco Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (C) (m.)						
1	0.0249	0.0249	0.031	0.031	0.046	0.046	0.0467	0.0467
2	0.0464	0.0464	0.0578	0.0578	0.0862	0.0862	0.0877	0.0877
3	0.0701	0.0701	0.0874	0.0874	0.1305	0.1305	0.1327	0.1327
4	0.0922	0.0922	0.1148	0.1148	0.1703	0.1703	0.1731	0.1731
5	0.1109	0.1109	0.1379	0.1379	0.2025	0.2025	0.2053	0.2053

1.5.1.4 Seis pisos.

Tabla 1.13 Fuerzas en pórticos extremos Caso 1- Seis Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (C) (T.)						
1	1.4742	1.4742	1.7931	1.7931	2.0498	2.0498	2.4646	2.4646
2	1.6526	1.6526	2.0371	2.0371	2.7374	2.7374	3.5138	3.5138
3	1.519	1.519	1.917	1.917	3.2112	3.2112	4.4026	4.4026
4	1.8651	1.8651	2.3757	2.3757	4.2622	4.2622	5.9259	5.9259
5	2.6562	2.6562	3.3545	3.3545	5.6736	5.6736	7.8007	7.8007
6	5.6594	5.6594	6.9751	6.9751	9.3038	9.3038	11.893	11.893

Tabla 1.14 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 1 – Seis Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (C) (m.)						
1	0.0211	0.0211	0.0263	0.0263	0.039	0.039	0.043	0.043
2	0.0395	0.0395	0.0492	0.0492	0.0736	0.0736	0.0813	0.0813
3	0.06	0.06	0.0749	0.0749	0.1126	0.1126	0.1247	0.1247
4	0.0809	0.0809	0.1008	0.1008	0.1516	0.1516	0.1679	0.1679
5	0.1057	0.1057	0.1317	0.1317	0.1962	0.1962	0.2166	0.2166
6	0.1282	0.1282	0.1595	0.1595	0.2346	0.2346	0.2581	0.2581

1.5.2 Caso 2 - $\alpha = 0.67$.

1.5.2.1 Tres pisos.

Tabla 1.15 Fuerzas en pórticos extremos Caso 2- Tres Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (D) (T.)						
1	1.7942	1.7942	2.2249	2.2249	2.4588	2.4588	2.6344	2.6344
2	2.6017	2.6017	3.265	3.265	3.8	3.8	4.0714	4.0714
3	4.6185	4.6185	5.729	5.729	6.3412	6.3412	6.7942	6.7942

Tabla 1.16 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 2 –Tres Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (D) (m.)						
1	0.0281	0.0281	0.035	0.035	0.0393	0.0393	0.0351	0.0351
2	0.0501	0.0501	0.0624	0.0624	0.0701	0.0701	0.0626	0.0626
3	0.0683	0.0683	0.085	0.085	0.0953	0.0953	0.0851	0.0851

1.5.2.2 Cuatro pisos.

Tabla 1.17 Fuerzas en pórticos extremos Caso 2- Cuatro Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (D) (T.)						
1	1.7041	1.7041	2.099	2.099	2.5273	2.5273	2.7078	2.7078
2	2.0216	2.0216	2.5408	2.5408	3.5462	3.5462	3.7995	3.7995
3	3.1408	3.1408	3.9425	3.9425	5.451	5.451	5.8404	5.8404
4	5.222	5.222	6.4627	6.4627	8.0755	8.0755	8.6523	8.6523

Tabla 1.18 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 2 –Cuatro Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (D) (m.)						
1	0.025	0.025	0.0311	0.0311	0.0406	0.0406	0.0363	0.0363
2	0.046	0.046	0.0572	0.0572	0.0749	0.0749	0.0668	0.0668
3	0.067	0.067	0.0834	0.0834	0.1088	0.1088	0.0972	0.0972
4	0.0824	0.0824	0.1025	0.1025	0.1331	0.1331	0.1188	0.1188

1.5.2.3 Cinco pisos.

Tabla 1.19 Fuerzas en pórticos extremos Caso 2- Cinco Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (D) (T.)						
1	1.6904	1.6904	2.0714	2.0714	2.5708	2.5708	2.7544	2.7544
2	2.0311	2.0311	2.5306	2.5306	3.6983	3.6983	3.9624	3.9624
3	2.3708	2.3708	2.9974	2.9974	4.9459	4.9459	5.2992	5.2992
4	3.4823	3.4823	4.3745	4.3745	6.8618	6.8618	7.352	7.352
5	5.9768	5.9768	7.3809	7.3809	9.9232	9.9232	10.632	10.632

Tabla 1.20 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 2 –Cinco Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (D) (m.)						
1	0.022	0.022	0.0274	0.0274	0.0398	0.0398	0.0356	0.0356
2	0.041	0.041	0.0511	0.0511	0.0744	0.0744	0.0664	0.0664
3	0.0613	0.0613	0.0763	0.0763	0.1114	0.1114	0.0995	0.0995
4	0.0796	0.0796	0.0991	0.0991	0.1439	0.1439	0.1285	0.1285
5	0.0944	0.0944	0.1174	0.1174	0.169	0.169	0.1509	0.1509

1.5.2.4 Seis pisos.

Tabla 1.21 Fuerzas en pórticos extremos Caso 2- Seis Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (D) (T.)						
1	1.7953	1.7953	2.1908	2.1908	2.6197	2.6197	2.9028	2.9028
2	2.1481	2.1481	2.6559	2.6559	3.6757	3.6757	4.1333	4.1333
3	1.9482	1.9482	2.469	2.469	4.2773	4.2773	4.8999	4.8999
4	2.8469	2.8469	3.6	3.6	6.0874	6.0874	6.9562	6.9562
5	3.9828	3.9828	4.9952	4.9952	7.927	7.927	9.019	9.019
6	6.7723	6.7723	8.3503	8.3503	11.225	11.225	12.589	12.589

Tabla 1.22 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 2 –Seis Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (D) (m.)						
1	0.0195	0.0195	0.0242	0.0242	0.0359	0.0359	0.0339	0.0339
2	0.0364	0.0364	0.0454	0.0454	0.0676	0.0676	0.0638	0.0638
3	0.0549	0.0549	0.0684	0.0684	0.1024	0.1024	0.0966	0.0966
4	0.073	0.073	0.091	0.091	0.1359	0.1359	0.1282	0.1282
5	0.0908	0.0908	0.1131	0.1131	0.1676	0.1676	0.158	0.158
6	0.1037	0.1037	0.129	0.129	0.1896	0.1896	0.1786	0.1786

1.5.3 Caso 3 - $\alpha = 0.5$.

1.5.3.1 Tres pisos.

Tabla 1.23 Fuerzas en pórticos extremos Caso 3 - Tres Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (E) (T.)						
1	1.8833	1.8833	2.3305	2.3305	2.629	2.629	2.8168	2.8168
2	2.692	2.692	3.3732	3.3732	4.0499	4.0499	4.3392	4.3392
3	4.8332	4.8332	5.9827	5.9827	6.7611	6.7611	7.2441	7.2441

Tabla 1.24 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 3 –Tres Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (E) (m.)						
1	0.0293	0.0293	0.0364	0.0364	0.0419	0.0419	0.0374	0.0374
2	0.0523	0.0523	0.065	0.065	0.0748	0.0748	0.0667	0.0667
3	0.0713	0.0713	0.0886	0.0886	0.1016	0.1016	0.0907	0.0907

1.5.3.2 Cuatro pisos.

Tabla 1.25 Fuerzas en pórticos extremos Caso 3 - Cuatro Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (E) (T.)						
1	1.789	1.789	2.1961	2.1961	2.7065	2.7065	2.8999	2.8999
2	2.0722	2.0722	2.5976	2.5976	3.7764	3.7764	4.0462	4.0462
3	3.2286	3.2286	4.042	4.042	5.8145	5.8145	6.2298	6.2298
4	5.4364	5.4364	6.7056	6.7056	8.6092	8.6092	9.2242	9.2242

Tabla 1.26 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 3 –Cuatro Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (E) (m.)						
1	0.0259	0.0259	0.0322	0.0322	0.0433	0.0433	0.0387	0.0387
2	0.0476	0.0476	0.0591	0.0591	0.0798	0.0798	0.0713	0.0713
3	0.0694	0.0694	0.0862	0.0862	0.116	0.116	0.1036	0.1036
4	0.0854	0.0854	0.1059	0.1059	0.1419	0.1419	0.1267	0.1267

1.5.3.3 Cinco pisos.

Tabla 1.27 Fuerzas en pórticos extremos Caso 3 - Cinco Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (E) (T.)						
1	1.7814	1.7814	2.1794	2.1794	2.7341	2.7341	2.955	2.955
2	2.0943	2.0943	2.606	2.606	3.8888	3.8888	4.2184	4.2184
3	2.4161	2.4161	3.0533	3.0533	5.1988	5.1988	5.6526	5.6526
4	3.5683	3.5683	4.4786	4.4786	7.2158	7.2158	7.8382	7.8382
5	6.2225	6.2225	7.6722	7.6722	10.469	10.469	11.336	11.336

Tabla 1.28 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 3 –Cinco Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (E) (m.)						
1	0.0228	0.0228	0.0283	0.0283	0.042	0.042	0.0379	0.0379
2	0.0423	0.0423	0.0527	0.0527	0.0784	0.0784	0.0709	0.0709
3	0.0633	0.0633	0.0788	0.0788	0.1173	0.1173	0.106	0.106
4	0.0823	0.0823	0.1023	0.1023	0.1516	0.1516	0.137	0.137
5	0.0976	0.0976	0.1212	0.1212	0.1781	0.1781	0.1609	0.1609

1.5.3.4 Seis pisos.

Tabla 1.29 Fuerzas en pórticos extremos Caso 3 - Seis Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (E) (T.)						
1	1.9037	1.9037	2.3156	2.3156	2.7597	2.7597	3.1194	3.1194
2	2.2339	2.2339	2.7531	2.7531	3.801	3.801	4.3986	4.3986
3	1.985	1.985	2.5107	2.5107	4.3832	4.3832	5.2284	5.2284
4	2.9022	2.9022	3.6625	3.6625	6.2397	6.2397	7.4132	7.4132
5	4.0961	4.0961	5.1238	5.1238	8.1553	8.1553	9.6197	9.6197
6	7.0713	7.0713	8.6911	8.6911	11.648	11.648	13.421	13.421

Tabla 1.30 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 3 –Seis Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (E) (m.)						
1	0.0202	0.0202	0.025	0.025	0.0371	0.0371	0.0361	0.0361
2	0.0377	0.0377	0.0468	0.0468	0.0698	0.0698	0.068	0.068
3	0.0568	0.0568	0.0706	0.0706	0.1056	0.1056	0.103	0.103
4	0.0755	0.0755	0.0938	0.0938	0.1402	0.1402	0.1367	0.1367
5	0.094	0.094	0.1167	0.1167	0.173	0.173	0.1685	0.1685
6	0.1074	0.1074	0.1332	0.1332	0.1958	0.1958	0.1905	0.1905

1.5.4 Caso 4 - $\alpha = 0.625$.

1.5.4.1 Tres pisos.

Tabla 1.31 Fuerzas en pórticos extremos Caso 4 - Tres Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (E) (T.)						
1	1.6748	1.6748	2.0777	2.0777	2.1369	2.1369	2.2896	2.2896
2	2.4287	2.4287	3.0451	3.0451	3.2207	3.2207	3.4507	3.4507
3	4.2236	4.2236	5.2408	5.2408	5.3944	5.3944	5.7797	5.7797

Tabla 1.32 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 4 –Tres Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (E) (m.)						
1	0.0259	0.0259	0.0323	0.0323	0.0335	0.0335	0.0299	0.0299
2	0.0462	0.0462	0.0575	0.0575	0.0597	0.0597	0.0533	0.0533
3	0.0629	0.0629	0.0783	0.0783	0.0811	0.0811	0.0724	0.0724

1.5.4.2 Cuatro pisos.

Tabla 1.33 Fuerzas en pórticos extremos Caso 4 - Cuatro Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (E) (T.)						
1	1.5841	1.5841	1.9533	1.9533	2.2229	2.2229	2.3817	2.3817
2	1.8816	1.8816	2.3624	2.3624	2.9887	2.9887	3.2022	3.2022
3	2.9538	2.9538	3.7041	3.7041	4.6508	4.6508	4.983	4.983
4	4.7474	4.7474	5.8781	5.8781	6.8629	6.8629	7.3531	7.3531

Tabla 1.34 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 4 –Cuatro Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (E) (m.)						
1	0.0231	0.0231	0.0288	0.0288	0.0347	0.0347	0.0309	0.0309
2	0.0424	0.0424	0.0528	0.0528	0.0638	0.0638	0.0569	0.0569
3	0.0618	0.0618	0.0769	0.0769	0.0927	0.0927	0.0827	0.0827
4	0.0759	0.0759	0.0944	0.0944	0.1133	0.1133	0.1011	0.1011

1.5.4.3 Cinco pisos.

Tabla 1.35 Fuerzas en pórticos extremos Caso 4 - Cinco Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (E) (T.)						
1	1.5686	1.5686	1.9251	1.9251	2.2909	2.2909	2.4546	2.4546
2	1.8527	1.8527	2.3081	2.3081	3.1091	3.1091	3.3311	3.3311
3	2.2648	2.2648	2.8577	2.8577	4.2217	4.2217	4.5232	4.5232
4	3.2664	3.2664	4.0993	4.0993	5.3815	5.3815	6.2481	6.2481
5	5.4132	5.4132	6.6888	6.6888	8.4401	8.4401	9.043	9.043

Tabla 1.36 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 4 –Cinco Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (E) (m.)						
1	0.0203	0.0203	0.0253	0.0253	0.034	0.034	0.0303	0.0303
2	0.0379	0.0379	0.0472	0.0472	0.0634	0.0634	0.0566	0.0566
3	0.0566	0.0566	0.0705	0.0705	0.0948	0.0948	0.0847	0.0847
4	0.0734	0.0734	0.0914	0.0914	0.1225	0.1225	0.1094	0.1094
5	0.0868	0.0868	0.108	0.108	0.1439	0.1439	0.1284	0.1284

1.5.4.4 Seis pisos.

Tabla 1.37 Fuerzas en pórticos extremos Caso 4 - Seis Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (E) (T.)						
1	1.8101	1.8101	2.2163	2.2163	2.7106	2.7106	2.9042	2.9042
2	1.8616	1.8616	2.302	2.302	3.12	3.12	3.3429	3.3429
3	1.8877	1.8877	2.3868	2.3868	3.8327	3.8327	4.2136	4.2136
4	2.6546	2.6546	3.3509	3.3509	5.4207	5.4207	5.8079	5.8079
5	3.7368	3.7368	4.6833	4.6833	7.1747	7.1747	7.6871	7.6871
6	6.0566	6.0566	7.4721	7.4721	9.8973	9.8973	10.604	10.604

Tabla 1.38 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 4 –Seis Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (E) (m.)						
1	0.0271	0.0271	0.0337	0.0337	0.0488	0.0488	0.0436	0.0436
2	0.0514	0.0514	0.0674	0.0674	0.0979	0.0979	0.0874	0.0874
3	0.0839	0.0839	0.1045	0.1045	0.1522	0.1522	0.1359	0.1359
4	0.1133	0.1133	0.1412	0.1412	0.2052	0.2052	0.1832	0.1832
5	0.1416	0.1416	0.1763	0.1763	0.2546	0.2546	0.2274	0.2274
6	0.1625	0.1625	0.2022	0.2022	0.29	0.29	0.259	0.259

1.5.5 Caso 5 - $\alpha = 0.83$.

1.5.5.1 Tres pisos.

Tabla 1.39 Fuerzas en pórticos extremos Caso 5 - Tres Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (D) (T.)						
1	1.613	1.613	2.0012	2.0012	1.9984	1.9984	2.1412	2.1412
2	2.3693	2.3693	2.9695	2.9695	3.0221	3.0221	3.238	3.238
3	4.0804	4.0804	5.0638	5.0638	5.0594	5.0594	5.4208	5.4208

Tabla 1.40 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 5 –Tres Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (D) (m.)						
1	0.0251	0.0251	0.0313	0.0313	0.0314	0.0314	0.028	0.028
2	0.0448	0.0448	0.0557	0.0557	0.056	0.056	0.05	0.05
3	0.0609	0.0609	0.0758	0.0758	0.0761	0.0761	0.0679	0.0679

1.5.5.2 Cuatro pisos.

Tabla 1.41 Fuerzas en pórticos extremos Caso 5 - Cuatro Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (D) (T.)						
1	1.5154	1.5154	1.8691	1.8691	2.0756	2.0756	2.2238	2.2238
2	1.8393	1.8393	2.3083	2.3083	2.8065	2.8065	3.007	3.007
3	2.8793	2.8793	3.6094	3.6094	4.3603	4.3603	4.6717	4.6717
4	4.5783	4.5783	5.6698	5.6698	6.4377	6.4377	6.8975	6.8975

Tabla 1.42 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 5 –Cuatro Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (D) (m.)						
1	0.0224	0.0224	0.0278	0.0278	0.0325	0.0325	0.029	0.029
2	0.0411	0.0411	0.0512	0.0512	0.0598	0.0598	0.0534	0.0534
3	0.0599	0.0599	0.0745	0.0745	0.0869	0.0869	0.0776	0.0776
4	0.0735	0.0735	0.0914	0.0914	0.1062	0.1062	0.0949	0.0949

1.5.5.3 Cinco pisos.

Tabla 1.43 Fuerzas en pórticos extremos Caso 5 - Cinco Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (D) (T.)						
1	1.4924	1.4924	1.8322	1.8322	2.1353	2.1353	2.2878	2.2878
2	1.799	1.799	2.2411	2.2411	2.9205	2.9205	3.1291	3.1291
3	2.2197	2.2197	2.7988	2.7988	3.9577	3.9577	4.2404	4.2404
4	3.1881	3.1881	3.9996	3.9996	5.4702	5.4702	5.8609	5.8609
5	5.2103	5.2103	6.4396	6.4396	7.9162	7.9162	8.4817	8.4817

Tabla 1.44 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 5 –Cinco Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (D) (m.)						
1	0.0197	0.0197	0.0245	0.0245	0.0318	0.0318	0.0284	0.0284
2	0.0367	0.0367	0.0457	0.0457	0.0594	0.0594	0.0531	0.0531
3	0.0549	0.0549	0.0683	0.0683	0.0889	0.0889	0.0794	0.0794
4	0.0711	0.0711	0.0886	0.0886	0.1149	0.1149	0.1026	0.1026
5	0.0841	0.0841	0.1046	0.1046	0.1349	0.1349	0.1205	0.1205

1.5.5.4 Seis pisos.

Tabla 1.45 Fuerzas en pórticos extremos Caso 5 - Seis Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (T.)	Pórtico (D) (T.)						
1	1.5752	1.5752	1.9262	1.9262	2.2748	2.2748	2.4373	2.4373
2	1.8572	1.8572	2.2977	2.2977	3.0388	3.0388	3.2558	3.2558
3	1.8412	1.8412	2.3294	2.3294	3.6668	3.6668	3.9287	3.9287
4	2.6479	2.6479	3.3394	3.3394	5.1623	5.1623	5.5311	5.5311
5	3.6419	3.6419	4.5633	4.5633	6.7305	6.7305	7.2113	7.2113
6	5.8722	5.8722	7.2467	7.2467	9.3668	9.3668	10.036	10.036

Tabla 1.46 Desplazamientos en pórticos extremos Caso 5 –Seis Pisos.

Piso	SUELO S1		SUELO S2		SUELO S3		SUELO S4	
	Pórtico (A) (m.)	Pórtico (D) (m.)						
1	0.0174	0.0174	0.0217	0.0217	0.0303	0.0303	0.0271	0.0271
2	0.0326	0.0326	0.0406	0.0406	0.057	0.057	0.0509	0.0509
3	0.0492	0.0492	0.0613	0.0613	0.0864	0.0864	0.0771	0.0771
4	0.0654	0.0654	0.0815	0.0815	0.1164	0.1164	0.1023	0.1023
5	0.0811	0.0811	0.101	0.101	0.1413	0.1413	0.1261	0.1261
6	0.0924	0.0924	0.1149	0.1149	0.1597	0.1597	0.1426	0.1426

Los resultados obtenidos se presentan de forma lógica en todas las estructuras, primeramente los desplazamientos aumentan a medida que el número de pisos aumenta, los desplazamientos son iguales en todos los pórticos ya que las estructuras son completamente simétricas y no poseen mampostería.

Las fuerzas aumentan a medida que el número de pisos aumenta; además las fuerzas son iguales en todos los pórticos ya que las edificaciones son simétricas.