

CAPITULO 3

FACTORES DE AMPLIFICACIÓN POR TORSIÓN ESTÁTICA EN EDIFICIOS ABIERTOS

RESUMEN

En este capítulo se describen las características de los edificios abiertos y los problemas que trae consigo el hecho de incorporar la mampostería sin tener el criterio necesario; lo que puede causar el efecto de torsión en este tipo de edificaciones.

Se analiza el estudio paramétrico para estructuras monosimétricas considerando dos grados de libertad en la planta por medio del cual obtendremos los desplazamientos en los pórticos débiles, centros de masas y pórticos fuertes de los cinco casos de análisis que se describen en este capítulo.

Se utilizó el programa **modelo_3gdl_elastomérico** para determinar la excentricidad estática, periodo de vibración y frecuencia torsional para todos los casos de análisis. Además se utiliza el programa **modelo_2gdl_paramétrico_empotrado** el cual mediante el estudio paramétrico obtenemos los desplazamientos en los pórticos extremos y centro de masa de las estructuras en sentido Y. Se indican los espectros de los acelerogramas sintéticos utilizados para el estudio paramétrico y se verifica que los espectros sean compatibles con el espectro elástico del CEC – 2000.

Se determinan los factores de amplificación torsional y desplazamientos promedio para observar cual es el comportamiento de cada estructura, en este capítulo es importante resaltar que no se utiliza el acoplamiento del sistema de aislamiento de base elastomérico. Los resultados obtenidos serán comparados luego con los que se determinen cuando se utilice el sistema de aislamiento en las estructuras.

3.1 EDIFICIOS ABIERTOS

3.1.1 Introducción

Bajo el término genérico de mampostería se entiende cualquier componente de una construcción constituido a base de elementos colocados a mano, tales como piedra labrada, ladrillos sólidos y bloques de arcilla o concreto, unidos por mortero. En la construcción de edificios es práctica usual emplear elementos de mampostería, tanto en paredes para cerramiento exterior como en paredes para la división del espacio interior. Las paredes de mampostería son elementos rígidos que pueden estar integrados o desligados del sistema resistente, se consideran elementos secundarios cuando no tienen funciones estructurales para resistir cargas gravitacionales y fuerzas laterales, denominados también no-estructurales por no formar parte del sistema resistente.

Las paredes de mampostería debidamente dispuestas y construidas, pueden representar para el sistema estructural una primera línea de resistencia y pueden contribuir significativamente al amortiguamiento de las vibraciones y a la disipación de energía sísmica. No obstante, las paredes de mampostería integrados al sistema resistente cambian significativamente las características dinámicas y el comportamiento sísmico del edificio, modifican las rigideces y masas, y restringen la deformación y el desplazamiento lateral del sistema. Asimismo, una disposición irregular de la mampostería puede generar asimetría en planta e inducir efectos torsionales de importancia no considerados en el análisis.

En el análisis del sistema resistente de un edificio ante solicitaciones sísmicas es preciso considerar la interacción de todos los elementos no-estructurales rígidos y se debe tomar en cuenta la influencia que los elementos de mampostería ejercen sobre la respuesta de la obra.

En el análisis de edificios ha sido práctica generalizada despreciar los elementos secundarios y no considerar las paredes de mampostería para determinar la respuesta sísmica del sistema estructural. Edificios altos de hormigón armado con paredes de mampostería que rigidizan el sistema, han sido idealizados y analizados como pórticos flexibles, despreciando la influencia de la mampostería. Esta práctica es contraproducente y puede tener consecuencias no deseados por

los diseñadores y constructores. La presencia de la mampostería modifica significativamente el comportamiento de la estructura; en un sismo puede ser causa de daños severos y cuantiosos a la propia mampostería, y conducir a la falla de elementos estructurales y al colapso del edificio.

3.1.2 Definición práctica de edificios abiertos

Se puede definir como edificio abierto a una edificación que en dos de sus paredes adyacentes tienen mampostería en su totalidad, amarradas a las columnas y las otras dos paredes, las mismas que casi siempre son fachadas tienen grandes ventanales y puertas.



Figura 3.1 Perspectiva de un edificio abierto.

Este tipo de edificios casi siempre son esquineros, es por esta razón que en diseño arquitectónico se trata de aprovechar al máximo las dos fachadas, de tal manera que las paredes medianeras poseen gran rigidez comparado con los otros pórticos de fachadas, provocando que el Centro de Rigidez de la estructura esté a una distancia considerable con respecto al Centro de Masa. Este efecto de excentricidad estática lo podemos observar en la figura 3.2.

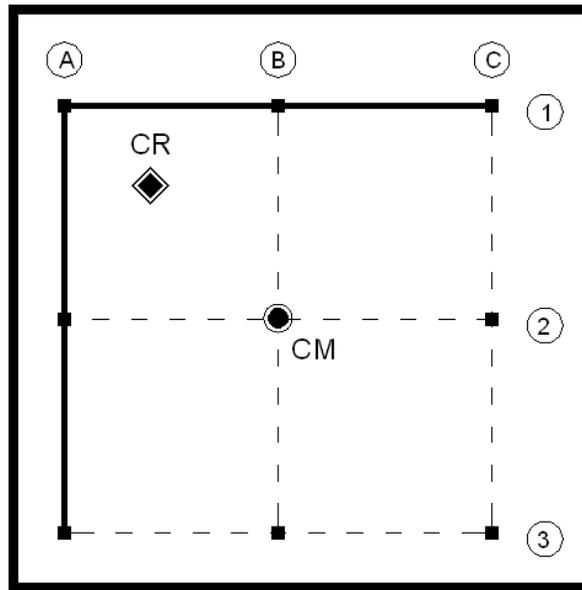


Figura 3.2 Vista en planta de un edificio abierto.

3.1.3 Efecto de torsión en edificios abiertos

La disposición irregular en planta de la tabiquería genera asimetría en la distribución de las rigideces del sistema e induce a efectos torsionales significativos, los cuales generalmente suelen ser despreciados en el análisis ante solicitaciones sísmicas. La omisión de considerar las rigideces de los elementos de mampostería pueden tener consecuencias fatales y conducir al colapso de la edificación.

El efecto de torsión, inducido por la disposición irregular de las paredes de mampostería y/o muros de corte, suele ser especialmente importante en los edificios esquineros. En edificios construidos en la intersección de calles, es práctica común construir las dos fachadas principales a base de materiales livianos, generalmente vidrio y perfiles de aluminio, en los costados del edificio que coinciden con las líneas de colindancia se disponen, en cambio, paredes de mampostería, generalmente integradas a la estructura. Estos elementos rígidos tienden a desplazar el centro de rigidez **CR** hacia la esquina interior, creando una gran excentricidad respecto al centro de masa **CM**. Daños estructurales y aún el colapso son la consecuencia de los efectos torsionales inducidos por las solicitaciones sísmicas.

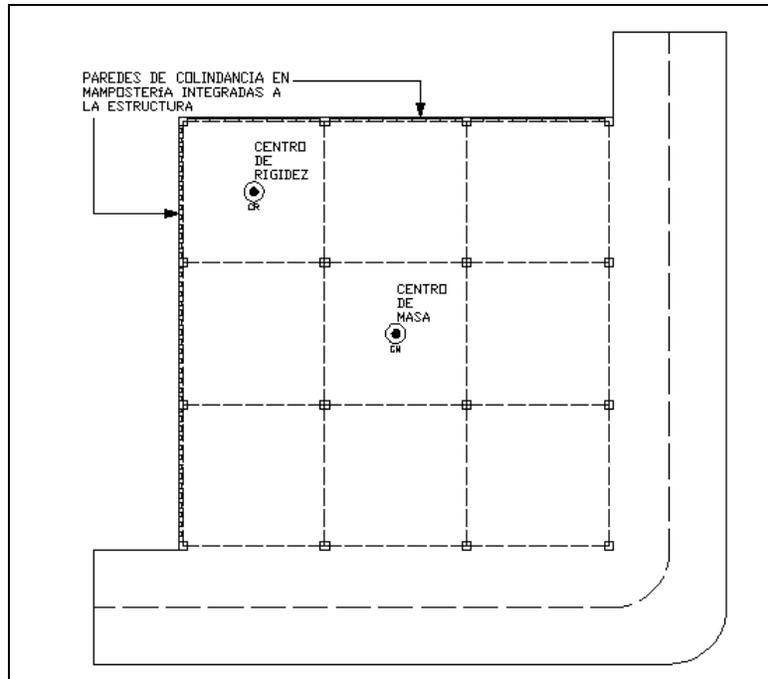


Figura 3.3 Disposición en planta de un edificio abierto esquinero.

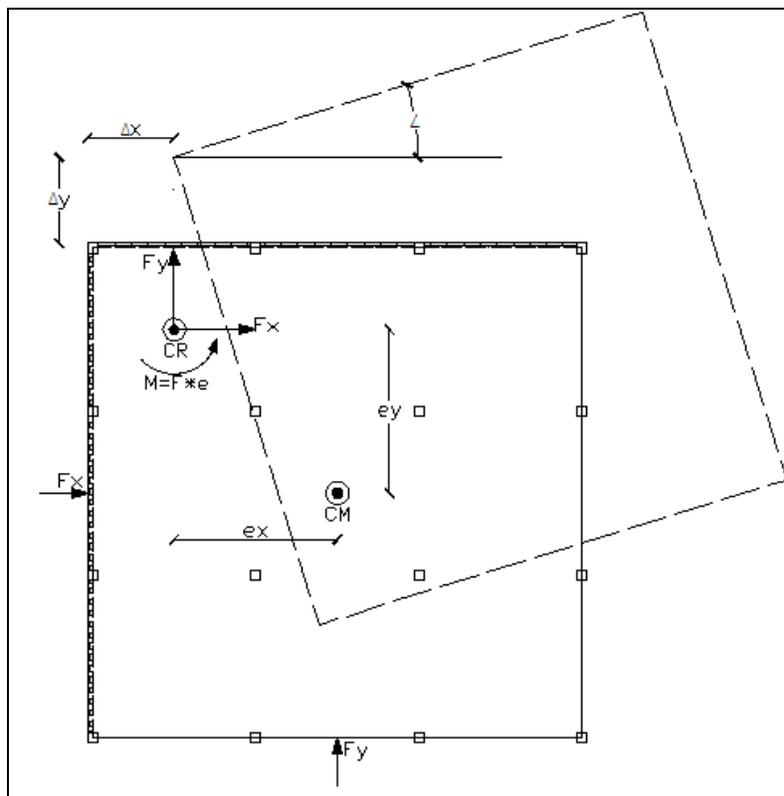


Figura 3.4 Sistema de Fuerzas Equivalente – Desplazamiento y rotación en planta

Las figuras 3.3 y 3.4 demuestran el efecto de torsión en un edificio esquinero donde las paredes de colindancia de mampostería rígida desplazan el centro de

rigidez hacia la esquina interior, produciendo gran excentricidad y el efecto nocivo de torsión.

3.1.4 Matriz de rigidez lateral incorporando mampostería

Cuando tenemos edificios abiertos el análisis que realizamos para obtener las matrices de rigidez de los pórticos se debe considerar la presencia de la mampostería en las paredes de colindancia.

Aguiar (2008) Análisis Sísmico de Edificios; considera el modelo de la diagonal equivalente para analizar paredes con mampostería acoplada.

3.2 ESTUDIO PARAMÉTRICO

Para el análisis sísmico se considera que la estructura es mono-simétrica, es decir, posee excentricidad en un solo sentido, trabajando de esta manera con dos grados de libertad en la planta. En la figura 3.5 se indican los dos grados de libertad del modelo adoptado para el estudio de la torsión. El sismo actúa en sentido Y, y solo se tiene excentricidad e_x .

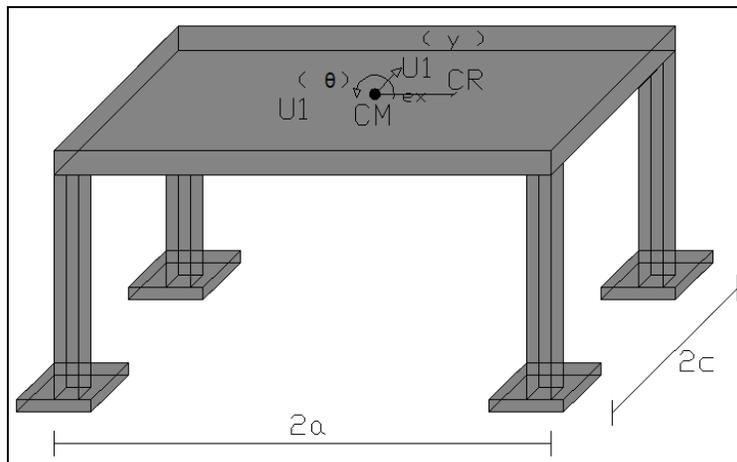


Figura 3.5 Modelo numérico para una estructura mono-simétrica.

El sistema de ecuaciones diferenciales, escrito en forma paramétrica y para la nomenclatura indicada en la figura 3.5, es la siguiente.

$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{u}_1^{(y)} \\ \rho \ddot{u}_1^{(\theta)} \end{bmatrix} + C \begin{bmatrix} \dot{u}_1^{(y)} \\ \dot{u}_1^{(\theta)} \end{bmatrix} + K_{yy} \begin{bmatrix} 1 & \hat{e} \\ \hat{e} & \hat{e}^2 + \Omega_\theta^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1^{(y)} \\ u_1^{(\theta)} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} m \ddot{U} g \\ 0 \end{bmatrix} \tag{3.1}$$

Las variables que definen la ecuación (3.1) son:

$$\rho = 2 * \sqrt{\frac{a^2 + c^2}{12}} \quad (3.2)$$

Siendo ρ el radio de giro de la masa. En la figura 3.5 se aprecia que las dimensiones en planta son $2a$ y $2c$, de tal manera que a, c es la mitad de las dimensiones en planta. Se destaca que el momento de inercia de la masa es $J = m \rho^2$. Por otra parte se ha definido la excentricidad estática normalizada de la siguiente manera.

$$e = \frac{e_x}{\rho} \quad (3.3)$$

La ecuación (3.1) también está en función de Ω_θ que se define como la relación de la frecuencia torsional en un sistema desacoplado con relación a la frecuencia traslacional.

$$\Omega_\theta = \frac{W_{\theta\theta}^{CR}}{W_{YY}} \quad (3.4)$$

Donde $K_{\theta\theta}^{CR}$, es la rigidez a torsión pero referida al CR. La misma que se puede hallar a partir de $K_{\theta\theta}$ que es con respecto al CM.

$$K_{\theta\theta}^{CR} = K_{\theta\theta} - K_{XX} * e_Y^2 - K_{YY} * e_x^2 \quad (3.5)$$

La matriz de amortiguamiento C que se indica en la ecuación (3.6) se halla con la siguiente ecuación.

$$C = M * \Phi * \hat{C} * \Phi^T * M \quad (3.6)$$

Donde Φ es la matriz modal, conformada por los dos modos de vibración, M es la matriz de masas indicada en la ecuación (3.1).

La matriz \hat{C} es diagonal y vale:

$$\hat{C} = \begin{bmatrix} 2\xi W_1 & \\ & 2\xi W_2 \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

La solución del sistema de ecuaciones (3.1) se realiza empleando el algoritmo denominado Procedimiento de Espacio de Estado y se halla la respuesta en el tiempo de los desplazamientos laterales $u_1^{(Y)}$ y de la rotación normalizada que vale $\rho u_1^{(\theta)}$.

En las estructuras “abiertas” existe un gran acoplamiento entre estas dos variables, su coeficiente de correlación es cercano a la unidad. Lo ideal es que no exista este acoplamiento y que el coeficiente de correlación entre estas dos variables tienda a cero.

Como hay acoplamiento entre el desplazamiento lateral y la rotación se tiene que los desplazamientos de los pórticos exteriores son diferentes. Al pórtico extremo que se halla más cerca del CR. se denomina *pórtico fuerte* y se va a desplazar muy poco, en cambio al pórtico que se halla en el otro extremo se denomina *pórtico débil*.

Con relación a la figura 3.5 se puede indicar que el pórtico fuerte está en $x = a$ y el pórtico débil en $x = -a$ midiendo la x a partir del CM.

Se define el factor de amplificación torsional de desplazamientos Γ , para los pórticos fuerte y débil de la siguiente manera:

$$\Gamma_{PD} = \frac{p_{-a} - u_1^{(Y)}}{u_1^{(Y)}} \quad (3.8)$$

$$\Gamma_{PF} = \frac{p_a - u_1^{(Y)}}{u_1^{(Y)}} \quad (3.9)$$

Donde Γ_{PD}, Γ_{PF} son los factores de amplificación torsional de los pórticos débil y fuerte; p_{-a} desplazamientos laterales en el pórtico débil; p_a desplazamientos laterales en el pórtico fuerte; $u_1^{(Y)}$ desplazamiento lateral en el CM.

Los factores de amplificación indican en cuanto se amplifican los desplazamientos laterales de los pórticos con relación a los desplazamientos del CM.

3.3 PROGRAMA MODELO_2GDL_PARAMÉTRICO_EMPOTRADO.

El programa modelo_2gdl_paramétrico_empotrado se basa en el fundamento teórico del estudio paramétrico descrito anteriormente, el cual considera 2 grados de libertad por planta para estructuras monosimétricas.

3.3.1 Datos que se ingresan en el programa.

modelo_2gdl_parametrico_empotrado (Ts,omegas,ess,ms,a,c,sismo,dT)

- **Ts**: Periodo de vibración de la superestructura.
- **omegas**: Frecuencia torsional / Frecuencia de desplazamiento.
- **ess**: Excentricidad normalizada de la superestructura.
- **ms**: Masa total de la superestructura.
- **a, c**: Dimensiones de la estructura que se definen como 2a(Largo) y 2c(Ancho).
- **sismo**: Archivo de datos que contiene el acelerograma de análisis.
- **dT**: Incremento de tiempo del acelerograma de análisis.

Todos los datos para ingresar en el programa deben estar en T (toneladas) y m (metros).

3.3.2 Resultados que brinda el programa.

- Desplazamiento en pórtico débil.
- Desplazamiento en pórtico fuerte.
- Desplazamiento en centro de masa.
- Factor de Amplificación torsional en pórtico débil.
- Factor de Amplificación torsional en pórtico fuerte.
- Historia de desplazamientos en el Centro de Masa CM.
- Histograma de la excentricidad dinámica.
- Respuesta del giro de torsión normalizado y del desplazamiento lateral.
- Historia de desplazamientos en pórticos exteriores (Débil y Fuerte).

3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS EDIFICIOS ABIERTOS

A continuación se describen las características de las plantas de los 20 edificios abiertos de hormigón armado que primeramente serán analizadas por el método equivalente de Seguí *et al* (2008) por medio del programa modelo_3gdl_elastomérico para obtener los valores de la excentricidad estática en cada una de las estructuras.

Posteriormente se deberá encontrar los factores de amplificación torsional debida a la torsión estática ante la acción de 28 sismos artificiales compatibles con el espectro de diseño del Código Ecuatoriano de la Construcción para los 4 perfiles de suelo, este análisis se realizará en el programa modelo_2gdl_paramétrico_empotrado que utiliza el fundamento del estudio paramétrico. Además se obtendrá la respuesta en el tiempo de cada una de las estructuras sin considerar el sistema de aislamiento.

3.4.1 Características de la mampostería y del hormigón.

Las cualidades resistentes de la mampostería se caracterizan mediante los siguientes parámetros:

- Resistencia especificada a la compresión de la mampostería f'_m , basada en la sección neta correspondiente (MPa).
- Módulo de elasticidad longitudinal E_m .

La resistencia especificada a la compresión de la mampostería f'_m , basada en el área neta de la sección correspondiente, constituye un índice de la resistencia de la mampostería a la compresión, y se utilizará para su diseño y control.

Tabla 3.1 Valores de resistencia a la compresión de la mampostería

TIPO DE MAMPUESTO	Valores de f'_m (Kg/cm ²)		
	Tipo de Mortero		
	Resistencia Elevada	Resistencia Intermedia	Resistencia Normal
Ladrillos cerámicos macizos	25	23	18
Bloques huecos portantes cerámicos	65	35	30
Bloques huecos portantes de hormigón	65	35	30

El tipo de mortero se elegirá de modo que sus características sean posibles de lograr efectivamente en la obra. El valor que se encuentra marcado en la tabla 3.1 es el valor de la resistencia a la compresión de la mampostería que se va a utilizar en el análisis de este capítulo y de los capítulos donde se analicen los edificios abiertos.

El módulo de elasticidad longitudinal E_m de la mampostería podrá determinarse experimentalmente, o bien utilizando la resistencia a la compresión f'_m por medio de la expresión $E_m = 500 f'_m$. Se debe recalcar que el espesor de las paredes en todos los casos de análisis es de 15 cm.

En cuanto al hormigón se consideró que tiene una resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y su módulo de elasticidad se obtuvo con $E = 12000 \sqrt{f'_c}$.

3.4.2 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 3.2.

Tabla 3.2 Características de la Estructura Caso 1

CASO 1															
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

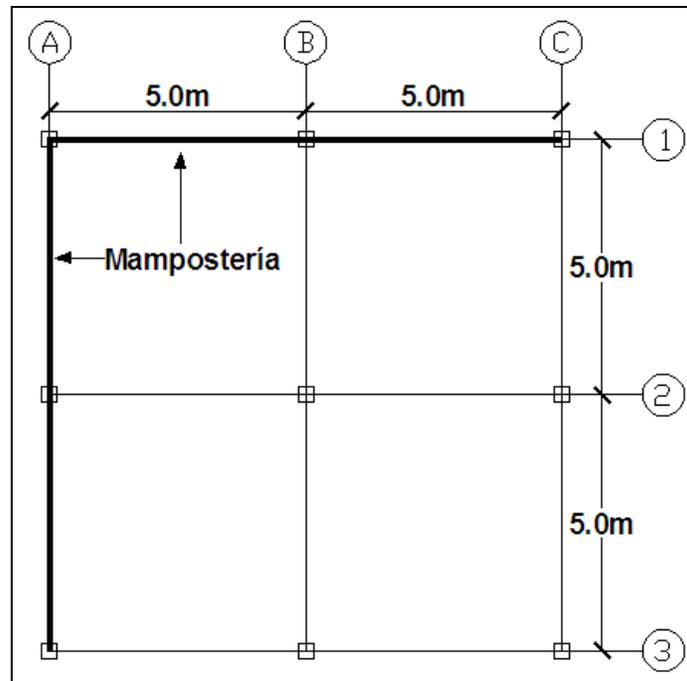


Figura 3.6 Vista en planta de la Estructura Caso 1.

3.4.3 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 3.3.

Tabla 3.3 Características de la Estructura Caso 2.

CASO 2															
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			
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

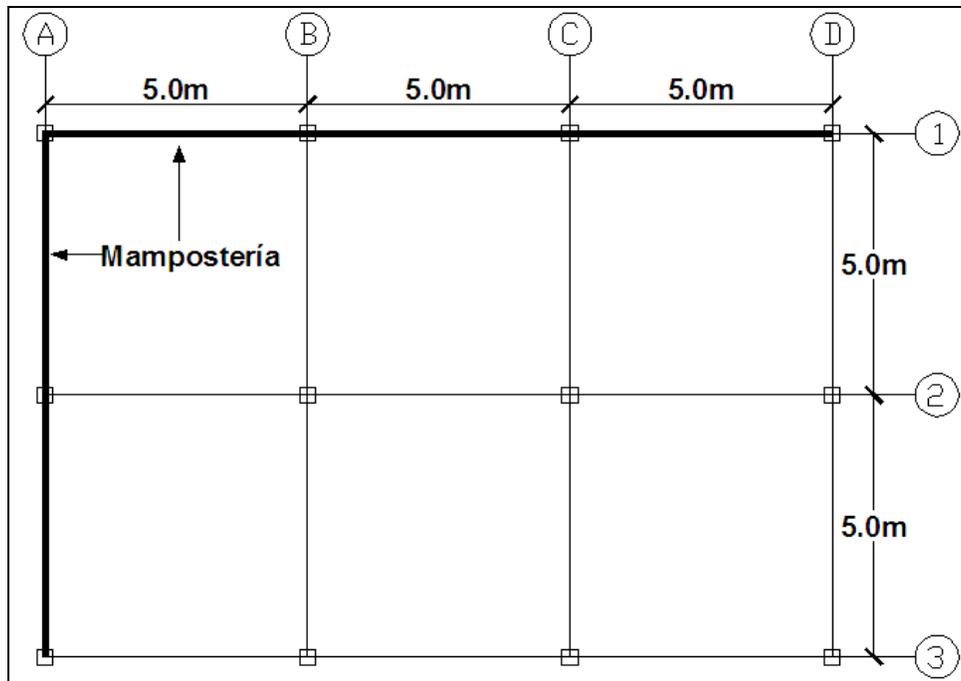


Figura 3.7 Vista en planta de la Estructura Caso 2.

3.4.4 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 3.4.

Tabla 3.4 Características de la Estructura Caso 3.

CASO 3															
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				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

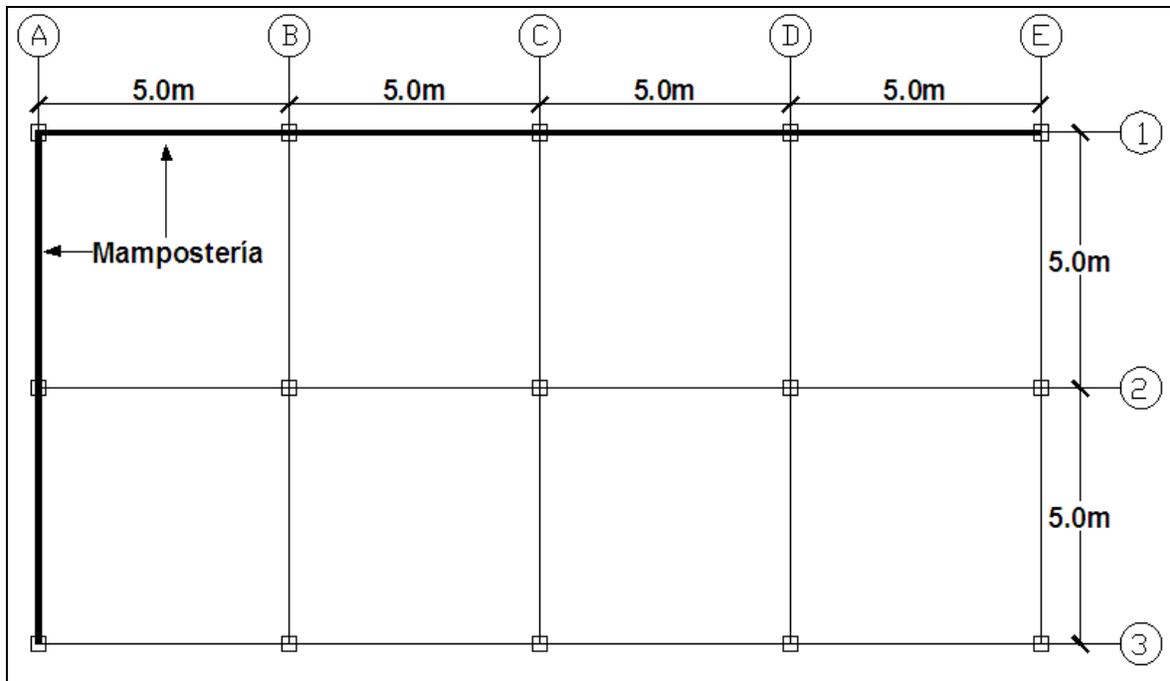


Figura 3.8 Vista en planta de la Estructura Caso 3.

3.4.5 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 3.5.

Tabla 3.5 Características de la Estructura Caso 4.

CASO 4															
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

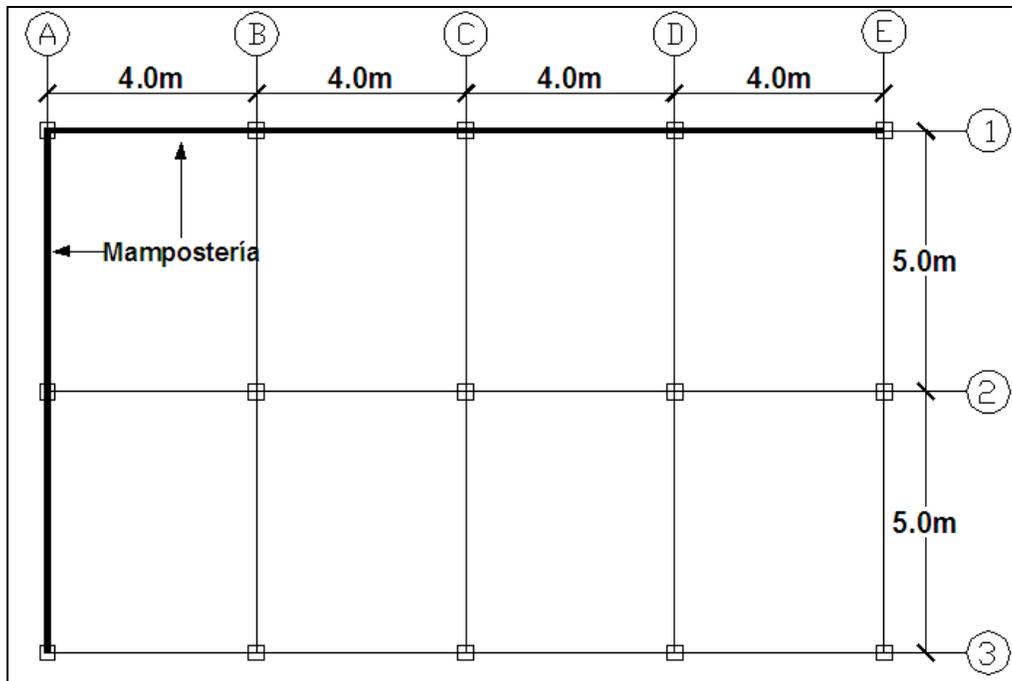


Figura 3.9 Vista en planta de la Estructura Caso 4.

3.4.6 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 3.6.

Tabla 3.6 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

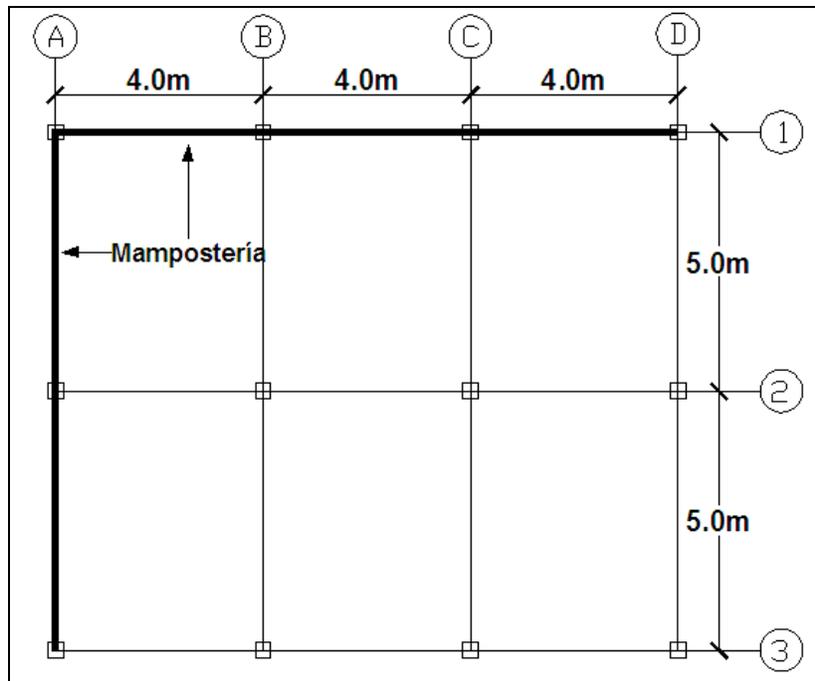


Figura 3.10 Vista en planta de la Estructura Caso 5.

3.5 PERIODO DE VIBRACIÓN Y RELACIÓN DE FRECUENCIA TORSIONAL A TRASLACIONAL

Para determinar la excentricidad estática, periodos de vibración y frecuencia torsional de las 20 estructuras planteadas anteriormente utilizamos el programa Modelo_3gdl_Elastomérico que utiliza el fundamento del método simplificado de Segúin *et al* (2008); este método y el funcionamiento del programa están explicados a detalle en el Capítulo II de este proyecto de tesis.

3.5.1 Periodo de vibración

El periodo de vibración es el intervalo de tiempo necesario para que el sistema actúe un ciclo de movimiento completo.

Para determinar el periodo de vibración de una estructura se necesitan los valores propios obtenidos por medio de la Matriz de Rigidez **KE** y la Matriz de Masa **ME**.

$$\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 \dots \lambda_n \tag{3.10}$$

Con el primer valor propio calculamos la frecuencia de vibración.

$$Wn_1 = \sqrt{\lambda_1} \quad (3.11)$$

Finalmente obtenemos el periodo de vibración de la estructura.

$$T = \frac{2\pi}{Wn_1} \quad (3.12)$$

3.5.2 Relación de frecuencia torsional / frecuencia de desplazamiento.

La frecuencia torsional está definida por la relación entre la frecuencia de vibración en el centro de rigidez y por la frecuencia de vibración con relación al sentido de análisis sea X o Y.

$$\Omega_\theta = \frac{W_{\theta\theta}^{CR}}{W_{YY}} \quad (3.13)$$

Donde:

$$W_{\theta\theta}^{CR} = \sqrt{\frac{K_{\theta\theta}^{CR}}{m^* \rho^2}} \quad (3.14)$$

m = masa total de piso.

$$\rho = 2 * \sqrt{\frac{a^2 + c^2}{12}} \quad (3.15)$$

$$W_{YY} = \sqrt{\frac{K_{YY}}{m}} \quad (3.16)$$

Reemplazando las ecuaciones (3.14) y (3.16) en la ecuación (3.13) tenemos:

$$\Omega_\theta = \sqrt{\frac{\frac{K_{\theta\theta}^{CR}}{m^* \rho^2}}{\frac{K_{YY}}{m}}} \quad (3.17)$$

$$\Omega_{\theta} = \sqrt{\frac{K_{\theta\theta}^{CR}}{\rho^2 * K_{YY}}} \quad (3.18)$$

3.5.3 Excentricidad estática

A continuación se presentan los valores obtenidos de excentricidad estática, frecuencia torsional y periodo de vibración de las 20 estructuras:

3.5.3.1 Caso 1 - $\alpha = 1$

Tabla 3.7 Excentricidad Estática, Periodo de Vibración y Frecuencia Torsional para la estructura Caso 1.

Pisos	Masa total (T s ² /m.)	e _x (m.)	e _y (m.)	Ts (s.)	Ω _x	Ω _y
3	18.36	-2.98	2.98	0.53	1.32	1.32
4	28.57	-2.598	2.598	0.6	1.35	1.35
5	40.81	-2.166	2.166	0.65	1.404	1.404
6	55.1	-1.679	1.679	0.707	1.454	1.454

3.5.3.2 Caso 2 - $\alpha = 0.67$

Tabla 3.8 Excentricidad Estática, Periodo de Vibración y Frecuencia Torsional para la estructura Caso 2.

Pisos	Masa total (T s ² /m.)	e _x (m.)	e _y (m.)	Ts (s.)	Ω _x	Ω _y
3	27.55	-3.516	2.774	0.451	1.73	1.25
4	42.85	-2.82	2.301	0.519	1.659	1.302
5	61.22	-2.23	1.873	0.574	1.596	1.331
6	82.65	-1.772	1.518	0.619	1.542	1.34

3.5.3.3 Caso 3 - $\alpha = 0.5$

Tabla 3.9 Excentricidad Estática, Periodo de Vibración y Frecuencia Torsional para la estructura Caso 3.

Pisos	Masa total (T s ² /m.)	e _x (m.)	e _y (m.)	Ts (s.)	Ω _x	Ω _y
3	36.73	-4,211	2.843	0.473	1.66	1.166
4	57.14	-3.329	2.367	0.545	1.586	1.21
5	81.63	-2.603	1.939	0.602	1.524	1.234
6	110.204	-2.04	1.578	0.648	1.472	1.243

3.5.3.4 Caso 4 - $\alpha = 0.625$

Tabla 3.10 Excentricidad Estática, Periodo de Vibración y Frecuencia Torsional para la estructura Caso 4.

Pisos	Masa total (T s ² /m.)	e_x (m.)	e_y (m.)	Ts (s.)	Ω_x	Ω_y
3	29.3878	-3.3849	2.4275	0.4155	1.664	1.2271
4	45.7143	-2.668	1.954	0.4782	1.5954	1.2575
5	65.3061	-2.0708	1.5538	0.5296	1.5403	1.2675
6	88.1633	-1.6166	1.2299	0.5723	1.4965	1.2629

3.5.3.5 Caso 5 - $\alpha = 0.83$

Tabla 3.11 Excentricidad Estática, Periodo de Vibración y Frecuencia Torsional para la estructura Caso 5.

Pisos	Masa total (T s ² /m.)	e_x (m.)	e_y (m.)	Ts (s.)	Ω_x	Ω_y
3	22.0408	-2.8391	2.363	0.3938	1.7186	1.3018
4	34.2857	-2.275	1.8934	0.4532	1.65	1.3431
5	48.9796	-1.7855	1.4927	0.5021	1.5954	1.3607
6	66.1224	-1.406	1.1783	0.5433	1.5518	1.3602

En las tablas 3.7 a 3.11; se observa que las excentricidades estáticas son muy altas principalmente en el sentido paralelo a la dimensión más larga del edificio y esto es muy preocupante ya que si no se considera la mampostería en el análisis sísmico, el proyectista estructural está convencido de que su estructura es muy simétrica de que el CM coincide con el CR y no tendrá ningún problema de torsión. En las figuras 3.11 a 3.15 se muestran las ubicaciones de los Centros de Rigidez CR, para los edificios analizados y se observa que la posición del Centro de Rigidez CR se acerca al Centro de Masa CM a medida que aumenta el número de pisos de la edificación. Se destaca que el CR., en la forma calculada no depende del sismo de análisis solo de las propiedades de la estructura.

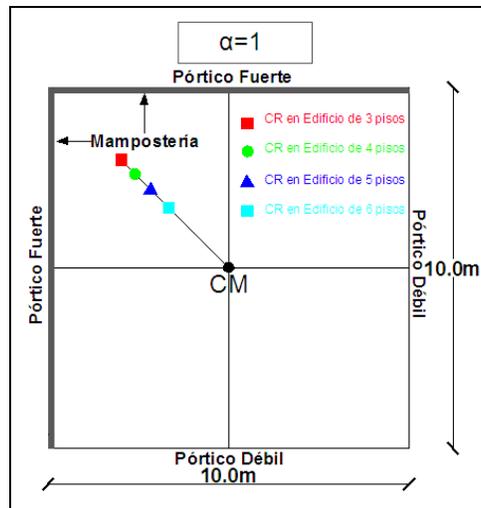


Figura 3.11 Ubicación del Centro de Rigidez CR de acuerdo al número de pisos Caso 1.

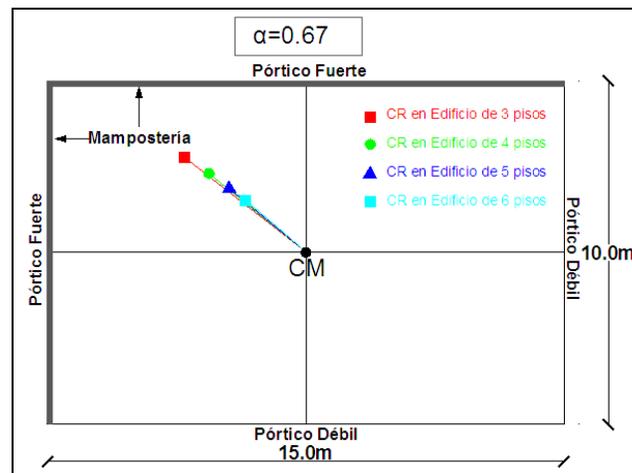


Figura 3.12 Ubicación del Centro de Rigidez CR de acuerdo al número de pisos Caso 2.

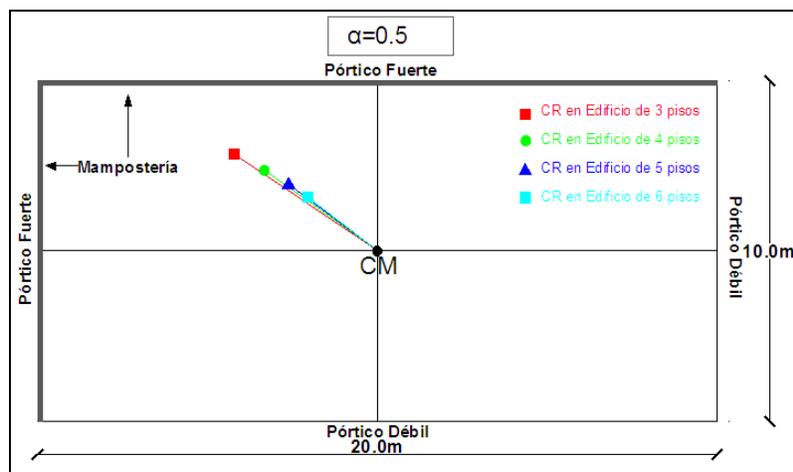


Figura 3.13 Ubicación del Centro de Rigidez CR de acuerdo al número de pisos Caso 3.

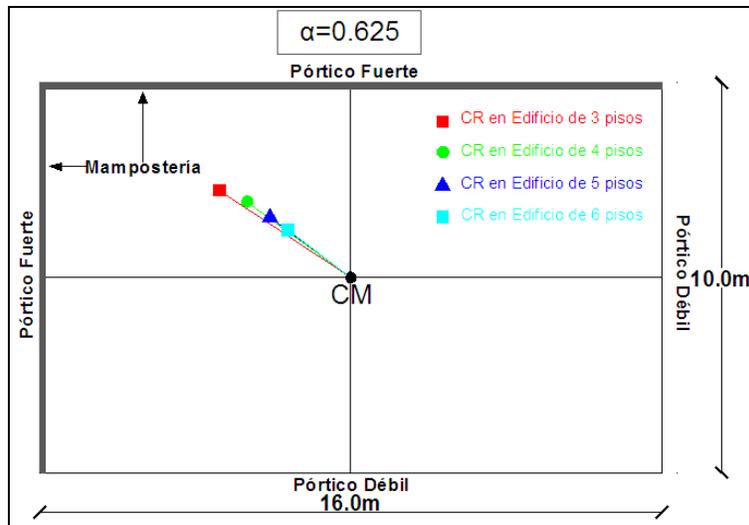


Figura 3.14 Ubicación del Centro de Rigidez CR de acuerdo al número de pisos Caso 4.

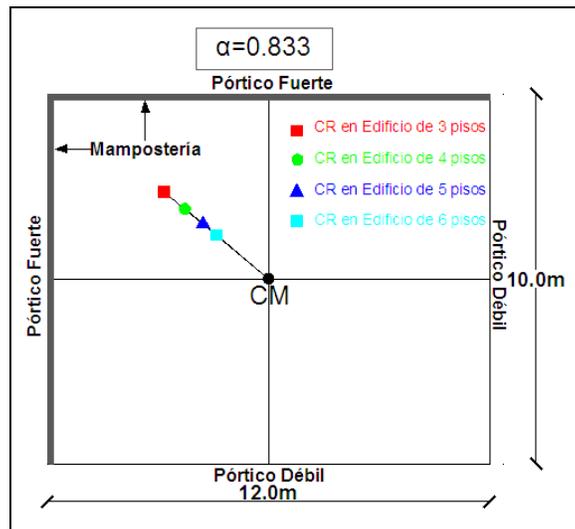


Figura 3.15 Ubicación del Centro de Rigidez CR de acuerdo al número de pisos Caso 5.

En la figura 3.16 se presenta la variación de la excentricidad estática en función del período y para diferentes relaciones de α . El gráfico de la izquierda corresponde a e_x que como tiene valores negativos se ha dibujado para abajo, en cambio a la derecha se muestran los valores de e_y que son positivos. En la figura 3.16 se aprecia que conforme la estructura aumenta el período la excentricidad estática disminuye. Los valores de la excentricidad estática son altos, lo que implica que van a tener factores de amplificación torsional muy altos.

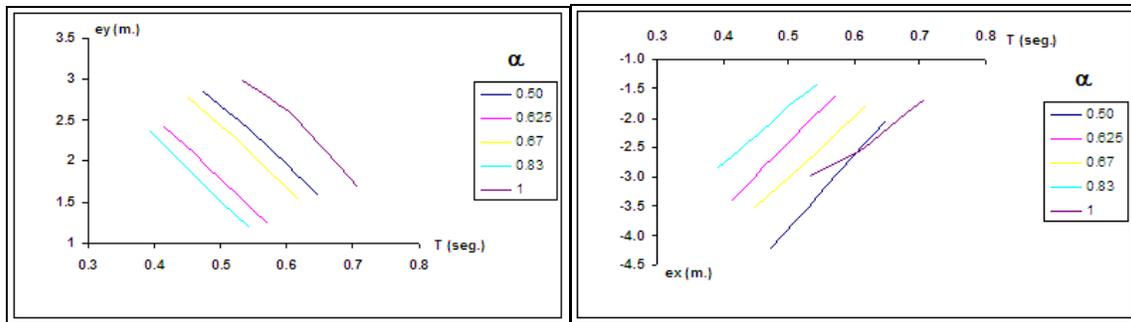


Figura 3.16 Excentricidades estáticas para diferentes valores de α

En la figura 3.17 se muestra la excentricidad estática normalizada con respecto a ρ . En este caso los valores se agrupan más debido a que \hat{e}_x, \hat{e}_y son más pequeños por que se han dividido para ρ .

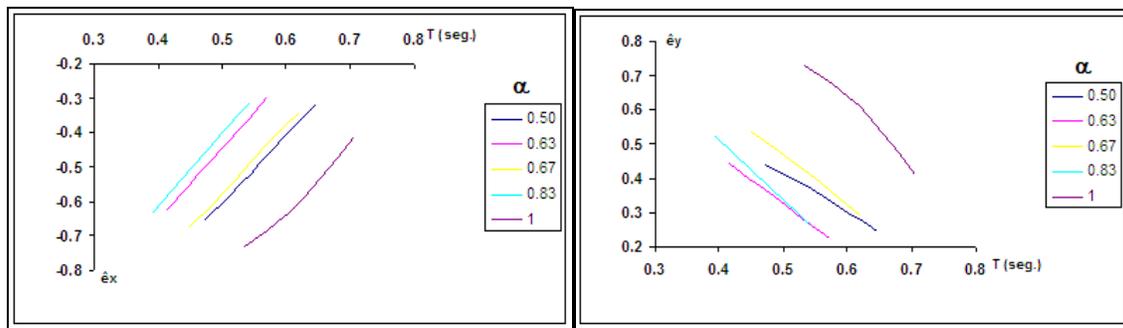


Figura 3.17 Excentricidad estática normalizada.

En la figura 3.18 se ve la relación entre las dos excentricidades normalizadas y se aprecia que conforme el parámetro que relaciona las dimensiones en planta del edificio α se incrementa; las excentricidades disminuyen.

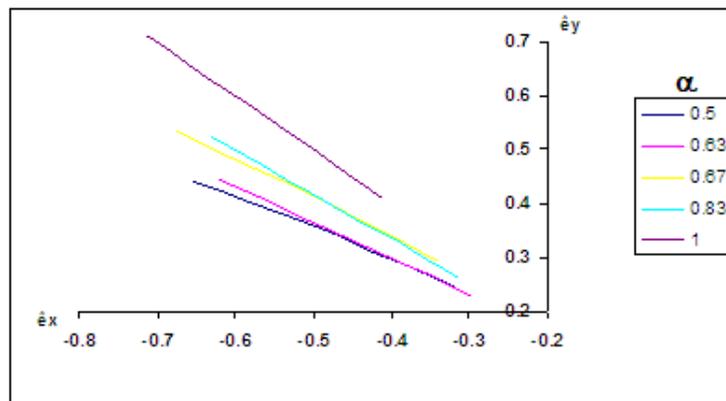


Figura 3.18 Excentricidad estática normalizada para diferentes valores de α .

En las dos últimas columnas de las tablas 3.6 a 3.10 se muestran los valores de Ω que relaciona la frecuencia torsional con respecto a la frecuencia traslacional. Estos valores se han graficado en la figura 3.19 en función del período y se aprecia que varían entre 1 y 2, por un lado y por otro se observa que a medida que el período se incrementa el valor de Ω_x disminuye pero el valor de Ω_y se incrementa.

Valores de Ω altos corresponden a estructuras torsionalmente rígidas, de tal manera que mientras más alto sea este valor se tendrá menos problemas de torsión en planta. En la figura 3.19 se aprecia que mientras disminuyen los valores de α los valores de Ω disminuyen. Por lo tanto las plantas alargadas son aquellas que tienen más problemas de torsión.

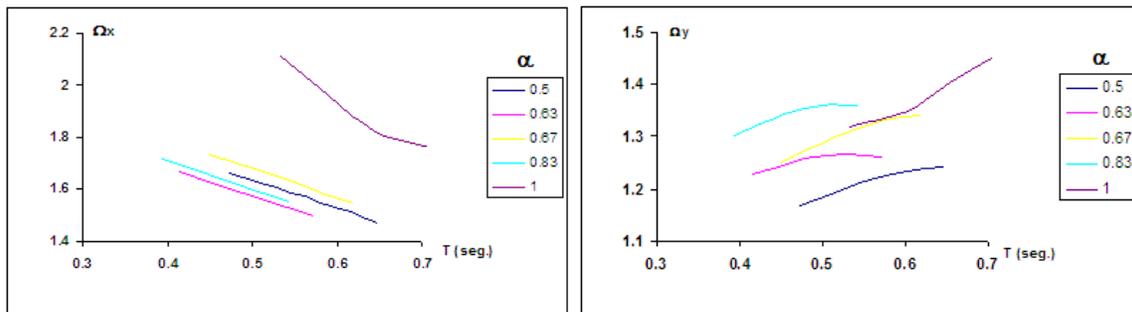


Figura 3.19 Valores de Ω_x y Ω_y en función del período.

3.6 SISMOS ARTIFICIALES CONSIDERADOS

Para realizar el análisis paramétrico se considerarán 28 sismos artificiales de 20, 25, 30, 35, 40, 45 y 50 segundos aplicados en los 4 tipos de perfil de suelo S1, S2, S3 y S4.

Para demostrar que estos sismos son compatibles con el espectro de diseño del Código Ecuatoriano de la Construcción a continuación se dibujarán los espectros de cada sismo artificial obteniendo el promedio de estos para luego ser comparados con el espectro del CEC.

3.6.1 Sismos artificiales para perfil de suelo S1

Los sismos artificiales que se utilizan para el perfil S1 son 1S1, 2S1, 3S1, 4S1, 5S1, 6S1 Y 7S1; para obtener los espectros de cada uno de estas sismos se utilizó el programa DEGTRA, luego se determinó el espectro promedio para el perfil S1 y se lo comparó en el espectro de diseño del CEC para suelo S1.

A continuación se muestran los espectros y el promedio en las figura 3.20 y figura 3.21.

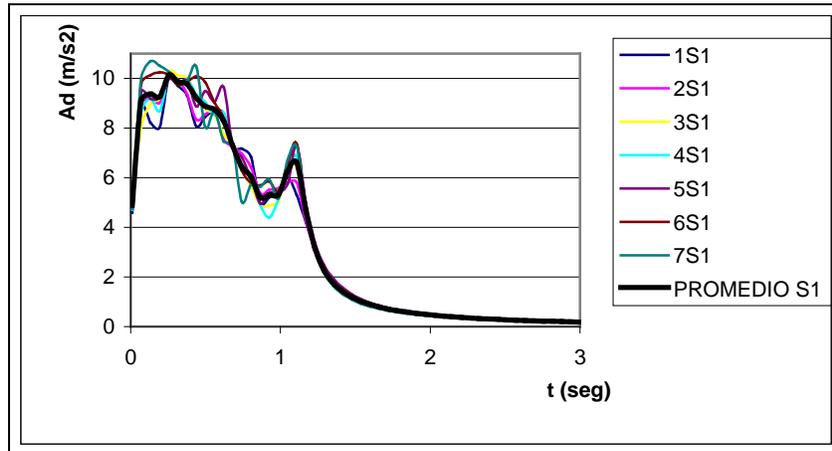


Figura 3.20 Espectros para perfil S1 y su promedio.

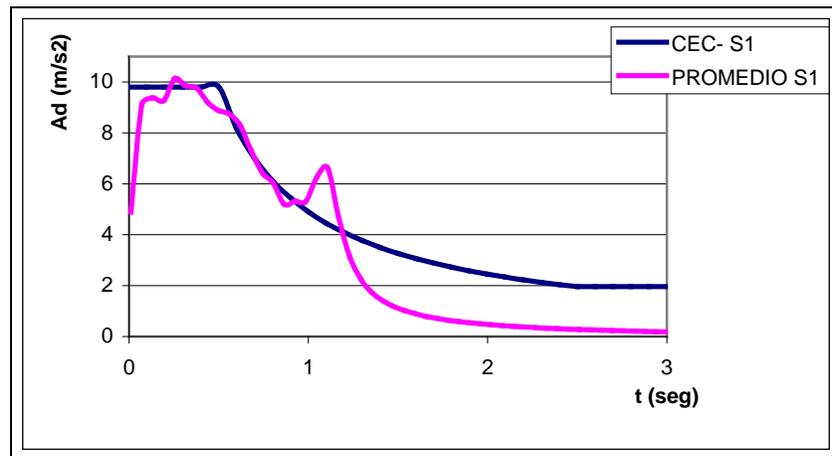


Figura 3.21 Espectro Promedio para perfil S1 – Espectro de diseño CEC para perfil S1.

3.6.2 Sismos artificiales para perfil de suelo S2

Los sismos artificiales que se utilizan para el perfil S2 son 1S2, 2S2, 3S2, 4S2, 5S2, 6S2 Y 7S2; para obtener los espectros de cada uno de estas sismos se utilizó el programa DEGTRA, luego se determinó el espectro promedio para el perfil S2 y se lo comparó en el espectro de diseño del CEC para suelo S2.

A continuación se muestran los espectros y el promedio en las figura 3.22 y figura 3.23.

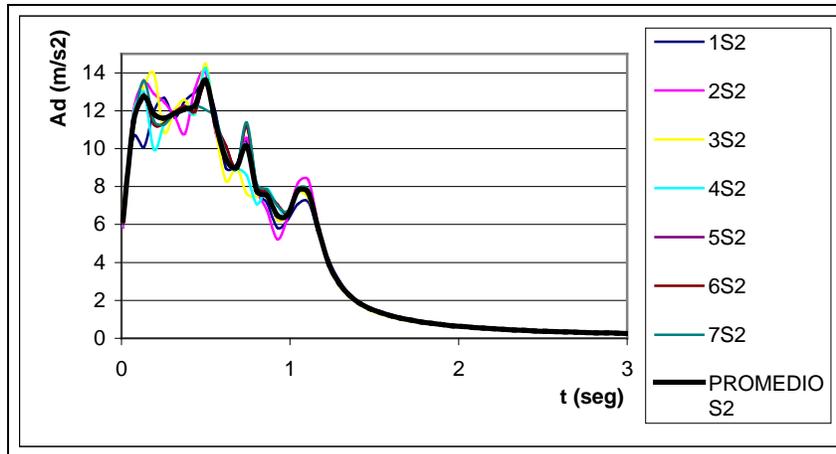


Figura 3.22 Espectros para perfil S2 y su promedio.

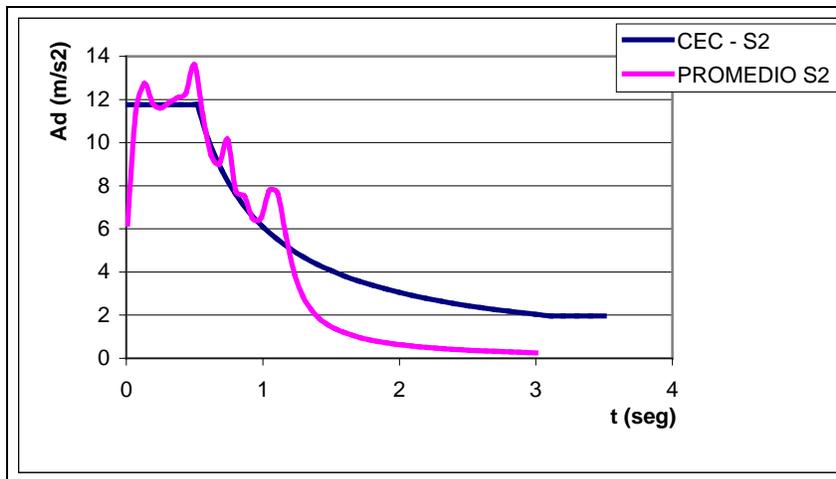


Figura 3.23 Espectro Promedio para perfil S2 – Espectro de diseño CEC para perfil S2.

3.6.3 Sismos artificiales para perfil de suelo S3

Los sismos artificiales que se utilizan para el perfil S3 son 1S3, 2S3, 3S3, 4S3, 5S3, 6S3 Y 7S3; para obtener los espectros de cada uno de estas sismos se utilizó el programa DEGTRA, luego se determinó el espectro promedio para el perfil S3 y se lo comparó en el espectro de diseño del CEC para suelo S3.

A continuación se muestran los espectros y el promedio en las figura 3.24 y figura 3.25.

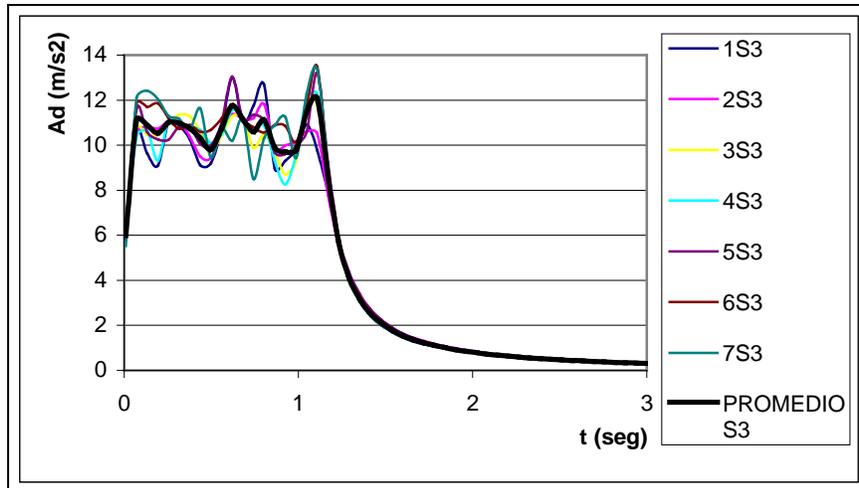


Figura 3.24 Espectros para perfil S3 y su promedio.

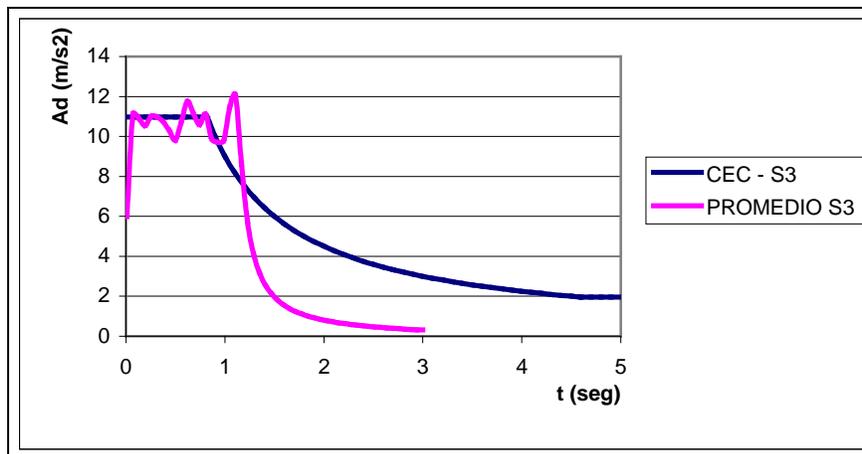


Figura 3.25 Espectro Promedio para perfil S3 – Espectro de diseño CEC para perfil S3.

3.6.4 Sismos artificiales para perfil de suelo S4

Los sismos artificiales que se utilizan para el perfil S4 son 1S4, 2S4, 3S4, 4S4, 5S4, 6S4 Y 7S4; para obtener los espectros de cada uno de estas sismos se utilizó el programa DEGTRA, luego se determinó el espectro promedio para el perfil S4 y se lo comparó en el espectro de diseño del CEC para suelo S4.

A continuación se muestran los espectros y el promedio en las figura 3.26 y figura 3.27.

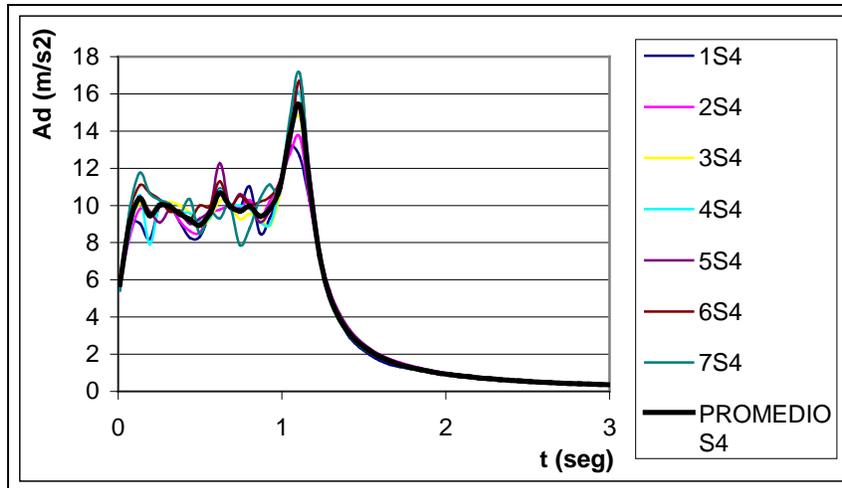


Figura 3.26 Espectros para perfil S4 y su promedio.

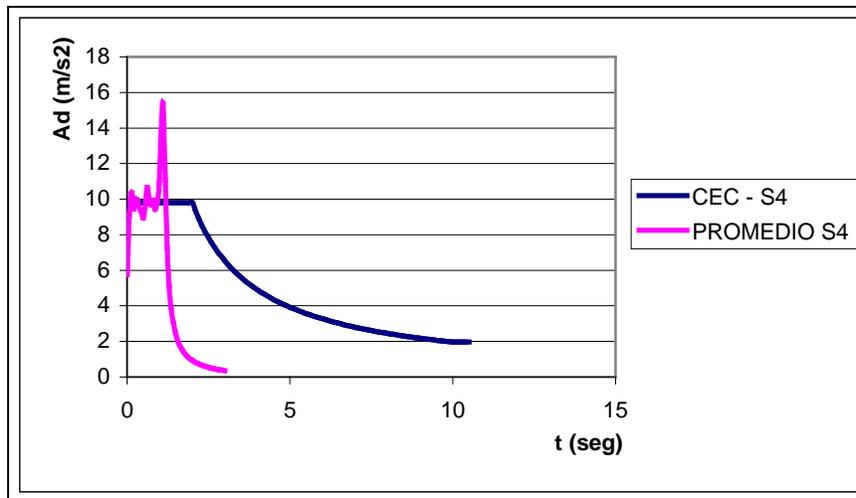


Figura 3.27 Espectro Promedio para perfil S4 – Espectro de diseño CEC para perfil S4.

3.7 FACTORES DE AMPLIFICACIÓN TORSIONAL Y DESPLAZAMIENTOS

Para obtener los valores de los desplazamientos y los factores de amplificación torsional utilizamos el fundamento del estudio paramétrico a través del programa modelo_2gdl_paramétrico_empotrado con cada una de las estructuras sometidas a los 28 sismos anteriormente descritos.

Para cada caso se ingresan la excentricidad estática normalizada en sentido X como lo indica la ecuación (3.3), el periodo de vibración de la superestructura, la frecuencia torsional en sentido Y, la masa total de la estructura, las dimensiones a y c; el sismo al que será sometida la estructura y el incremento de tiempo del

acelerograma del sismo correspondiente; el análisis sísmico que se realiza es en sentido Y.

Se debe tener en consideración que para este análisis no se toma en cuenta la presencia de aisladores elastoméricos.

Los resultados se presentan a continuación:

3.7.1 Caso 1 - $\alpha = 1$

Para el Caso 1 se consideran como Pórtico Fuerte al pórtico (A), Centro de Masa al pórtico (B) y como Pórtico Débil (C). Se presentan los resultados según el tipo de perfil de suelo de acuerdo a los sismos de análisis.

3.7.1.1 Tipo de Suelo S1

Tabla 3.12 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S1- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)
1s1	0.1388	0.0735	0.0146	0.8884	-0.8014
2s1	0.1368	0.0727	0.0147	0.8817	-0.7978
3s1	0.1334	0.0716	0.0135	0.8631	-0.8115
4s1	0.1329	0.0713	0.013	0.8640	-0.8177
5s1	0.1318	0.0704	0.0136	0.8722	-0.8068
6s1	0.1383	0.0732	0.0136	0.8893	-0.8142
7s1	0.138	0.073	0.0148	0.8904	-0.7973
Promedio	0.1357	0.0722	0.0140	0.8784	-0.8067

Tabla 3.13 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S1- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)
1s1	0.1688	0.0826	0.0226	1.0436	-0.7264
2s1	0.1529	0.0728	0.0241	1.1003	-0.6690
3s1	0.1669	0.0787	0.0233	1.1207	-0.7039
4s1	0.1682	0.0793	0.0197	1.1211	-0.7516
5s1	0.1753	0.0844	0.0176	1.0770	-0.7915
6s1	0.1539	0.0742	0.0195	1.0741	-0.7372
7s1	0.1448	0.0719	0.0182	1.0139	-0.7469
Promedio	0.1615	0.0777	0.0207	1.0787	-0.7323

Tabla 3.14 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S1- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.1779	0.0857	0.0289	1.0758	-0.6628
2s1	0.1775	0.0859	0.029	1.0664	-0.6624
3s1	0.1699	0.0836	0.0306	1.0323	-0.6340
4s1	0.165	0.0809	0.0319	1.0396	-0.6057
5s1	0.164	0.0789	0.0322	1.0786	-0.5919
6s1	0.1655	0.0805	0.0325	1.0559	-0.5963
7s1	0.165	0.0808	0.0303	1.0421	-0.6250
Promedio	0.1693	0.0823	0.0308	1.0558	-0.6254

Tabla 3.15 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S1- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.1906	0.0949	0.0405	1.0084	-0.5732
2s1	0.187	0.093	0.0402	1.0108	-0.5677
3s1	0.1622	0.0865	0.037	0.8751	-0.5723
4s1	0.1637	0.0856	0.0355	0.9124	-0.5853
5s1	0.1775	0.0905	0.0366	0.9613	-0.5956
6s1	0.1634	0.0831	0.0371	0.9663	-0.5535
7s1	0.1489	0.0662	0.0355	1.2492	-0.4637
Promedio	0.1705	0.0857	0.0375	0.9977	-0.5588

3.7.1.2 Tipo de Suelo S2

Tabla 3.16 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S2- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.1585	0.0841	0.0175	0.8847	-0.7919
2S2	0.1712	0.0943	0.0199	0.8155	-0.7890
3S2	0.1994	0.0846	0.0188	1.3570	-0.7778
4S2	0.1771	0.0898	0.0216	0.9722	-0.7595
5S2	0.1652	0.0879	0.0191	0.8794	-0.7827
6S2	0.1698	0.0886	0.0166	0.9165	-0.8126
7S2	0.1613	0.0856	0.0181	0.8843	-0.7886
Promedio	0.1718	0.0878	0.0188	0.9585	-0.7860

Tabla 3.17 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S2- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.1946	0.0967	0.022	1.0124	-0.7725
2S2	0.1905	0.0941	0.0252	1.0244	-0.7322
3S2	0.1942	0.0862	0.0264	1.2529	-0.6937
4S2	0.2068	0.103	0.0224	1.0078	-0.7825
5S2	0.19	0.0948	0.0222	1.0042	-0.7658
6S2	0.2014	0.1004	0.0227	1.0060	-0.7739
7S2	0.2105	0.1045	0.0227	1.0144	-0.7828
Promedio	0.1983	0.0971	0.0234	1.0460	-0.7576

Tabla 3.18 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S2- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.259	0.1154	0.0399	1.2444	-0.6542
2S2	0.2489	0.113	0.0407	1.2027	-0.6398
3S2	0.205	0.1014	0.0339	1.0217	-0.6657
4S2	0.2071	0.1006	0.0366	1.0586	-0.6362
5S2	0.2142	0.1001	0.036	1.1399	-0.6404
6S2	0.2194	0.1048	0.0366	1.0935	-0.6508
7S2	0.2139	0.1037	0.0362	1.0627	-0.6509
Promedio	0.2239	0.1056	0.0371	1.1176	-0.6483

Tabla 3.19 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S2- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.2927	0.1391	0.0481	1.1042	-0.6542
2S2	0.2849	0.1404	0.0387	1.0292	-0.7244
3S2	0.21	0.1006	0.0415	1.0875	-0.5875
4S2	0.198	0.0932	0.0438	1.1245	-0.5300
5S2	0.2327	0.1115	0.0482	1.0870	-0.5677
6S2	0.2965	0.1459	0.0513	1.0322	-0.6484
7S2	0.302	0.1479	0.0503	1.0419	-0.6599
Promedio	0.2595	0.1255	0.0460	1.0724	-0.6246

3.7.1.3 Tipo de Suelo S3

Tabla 3.20 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S3- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.1776	0.0941	0.0199	0.8874	-0.7885
2S3	0.1732	0.092	0.0189	0.8826	-0.7946
3S3	0.1674	0.0896	0.0152	0.8683	-0.8304
4S3	0.1681	0.098	0.0165	0.7153	-0.8316
5S3	0.1704	0.0908	0.0164	0.8767	-0.8194
6S3	0.1713	0.0914	0.0174	0.8742	-0.8096
7S3	0.175	0.0933	0.0181	0.8757	-0.8060
Promedio	0.1719	0.0927	0.0175	0.8543	-0.8114

Tabla 3.21 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S3- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.2557	0.1267	0.0257	1.0182	-0.7972
2S3	0.2261	0.1108	0.0274	1.0406	-0.7527
3S3	0.2395	0.115	0.0264	1.0826	-0.7704
4S3	0.2407	0.1155	0.0234	1.0840	-0.7974
5S3	0.2382	0.1159	0.0214	1.0552	-0.8154
6S3	0.2205	0.1076	0.0225	1.0493	-0.7909
7S3	0.2127	0.1048	0.0215	1.0296	-0.7948
Promedio	0.2333	0.1138	0.0240	1.0513	-0.7884

Tabla 3.22 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S3- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.2736	0.1331	0.0312	1.0556	-0.7656
2S3	0.268	0.1309	0.0323	1.0474	-0.7532
3S3	0.2606	0.1259	0.0341	1.0699	-0.7292
4S3	0.2519	0.1264	0.0337	0.9929	-0.7334
5S3	0.2466	0.1239	0.0333	0.9903	-0.7312
6S3	0.2545	0.1259	0.0334	1.0214	-0.7347
7S3	0.2232	0.1247	0.0313	0.7899	-0.7490
Promedio	0.2541	0.1273	0.0328	0.9953	-0.7423

Tabla 3.23 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S3- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.3029	0.154	0.0505	0.9669	-0.6721
2S3	0.2923	0.1491	0.0497	0.9604	-0.6667
3S3	0.2454	0.1341	0.0458	0.8300	-0.6585
4S3	0.2615	0.1395	0.0427	0.8746	-0.6939
5S3	0.2841	0.1488	0.0442	0.9093	-0.7030
6S3	0.271	0.1416	0.0453	0.9138	-0.6801
7S3	0.2266	0.1069	0.0433	1.1197	-0.5949
Promedio	0.2691	0.1391	0.0459	0.9392	-0.6670

3.7.1.4 Tipo de Suelo S4

Tabla 3.24 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S4- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.1566	0.0835	0.0183	0.8754	-0.7808
2S4	0.1537	0.0822	0.018	0.8698	-0.7810
3S4	0.1485	0.0799	0.0145	0.8586	-0.8185
4S4	0.1487	0.08	0.0149	0.8588	-0.8138
5S4	0.1507	0.0809	0.0146	0.8628	-0.8195
6S4	0.1452	0.0772	0.0156	0.8808	-0.7979
7S4	0.1542	0.0825	0.0163	0.8691	-0.8024
Promedio	0.1511	0.0809	0.0160	0.8679	-0.8020

Tabla 3.25 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S4- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.2143	0.1079	0.027	0.9861	-0.7498
2S4	0.2004	0.0981	0.0241	1.0428	-0.7543
3S4	0.2167	0.1057	0.0227	1.0501	-0.7852
4S4	0.2186	0.1064	0.0211	1.0545	-0.8017
5S4	0.224	0.1112	0.0186	1.0144	-0.8327
6S4	0.2077	0.1031	0.0185	1.0145	-0.8206
7S4	0.1937	0.0958	0.019	1.0219	-0.8017
Promedio	0.2108	0.1040	0.0216	1.0263	-0.7923

Tabla 3.26 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S4- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S4		0.2422	0.1186	0.0278	1.0422	-0.7656
2S4		0.2412	0.1151	0.0275	1.0956	-0.7611
3S4		0.2291	0.1145	0.0303	1.0009	-0.7354
4S4		0.2257	0.1132	0.0311	0.9938	-0.7253
5S4		0.2215	0.1099	0.0304	1.0155	-0.7234
6S4		0.2274	0.1116	0.0308	1.0376	-0.7240
7S4		0.2273	0.1118	0.0296	1.0331	-0.7352
Promedio		0.2306	0.1135	0.0296	1.0312	-0.7386

Tabla 3.27 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 1- S4- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S4		0.2476	0.1317	0.0451	0.8800	-0.6576
2S4		0.2486	0.133	0.0448	0.8692	-0.6632
3S4		0.2302	0.1258	0.0409	0.8299	-0.6749
4S4		0.244	0.1313	0.0382	0.8583	-0.7091
5S4		0.2642	0.1395	0.0395	0.8939	-0.7168
6S4		0.262	0.1382	0.0408	0.8958	-0.7048
7S4		0.1958	0.1033	0.0391	0.8955	-0.6215
Promedio		0.2418	0.1290	0.0412	0.8747	-0.6783

3.7.2 Caso 2 - $\alpha = 0.67$

Para el Caso 1 se consideran como Pórtico Fuerte al pórtico (A), Centro de Masa al pórtico (entre los pórticos B y C) y como Pórtico Débil (D). Se presentan los resultados según el tipo de perfil de suelo de acuerdo a los sismos de análisis.

3.7.2.1 Tipo de Suelo S1

Tabla 3.28 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S1- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1s1		0.1524	0.0496	0.0536	2.0726	0.0806
2s1		0.1562	0.0502	0.057	2.1116	0.1355
3s1		0.1623	0.0514	0.0619	2.1576	0.2043
4s1		0.1656	0.053	0.0614	2.1245	0.1585
5s1		0.1689	0.054	0.0616	2.1278	0.1407
6s1		0.1633	0.0566	0.0554	1.8852	-0.0212
7s1		0.1429	0.0473	0.0523	2.0211	0.1057
Promedio		0.1588	0.0517	0.0576	2.0715	0.1149

Tabla 3.29 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S1- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)
1s1	0.1826	0.0639	0.0637	1.8576	-0.0031
2s1	0.1796	0.0638	0.0645	1.8150	0.0110
3s1	0.1747	0.063	0.0657	1.7730	0.0429
4s1	0.177	0.0629	0.0631	1.8140	0.0032
5s1	0.2028	0.0674	0.0745	2.0089	0.1053
6s1	0.1948	0.0672	0.0718	1.8988	0.0685
7s1	0.1962	0.0639	0.0706	2.0704	0.1049
Promedio	0.1868	0.0646	0.0677	1.8911	0.0475

Tabla 3.30 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S1- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)
1s1	0.2135	0.0748	0.0708	1.8543	-0.0535
2s1	0.1904	0.069	0.0677	1.7594	-0.0188
3s1	0.1839	0.0711	0.0677	1.5865	-0.0478
4s1	0.1845	0.0704	0.0701	1.6207	-0.0043
5s1	0.2094	0.0793	0.0752	1.6406	-0.0517
6s1	0.219	0.0725	0.0783	2.0207	0.0800
7s1	0.2172	0.0716	0.077	2.0335	0.0754
Promedio	0.2026	0.0727	0.0724	1.7880	-0.0030

Tabla 3.31 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S1- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)
1s1	0.2374	0.0819	0.0859	1.8987	0.0488
2s1	0.2148	0.0719	0.0787	1.9875	0.0946
3s1	0.2337	0.0772	0.0827	2.0272	0.0712
4s1	0.2342	0.078	0.0817	2.0026	0.0474
5s1	0.2285	0.0851	0.08	1.6851	-0.0599
6s1	0.2187	0.0747	0.0817	1.9277	0.0937
7s1	0.2152	0.0714	0.0831	2.0140	0.1639
Promedio	0.2261	0.0772	0.0820	1.9347	0.0657

3.7.2.2 Tipo de Suelo S2

Tabla 3.32 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S2- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.2366	0.078	0.0881	2.0333	0.1295
	2S2	0.2545	0.0817	0.0928	2.1151	0.1359
	3S2	0.2367	0.0839	0.0886	1.8212	0.0560
	4S2	0.2366	0.078	0.0817	2.0333	0.0474
	5S2	0.2513	0.0832	0.0864	2.0204	0.0385
	6S2	0.2368	0.0785	0.0816	2.0166	0.0395
	7S2	0.2122	0.0701	0.0736	2.0271	0.0499
	Promedio	0.2378	0.0791	0.0847	2.0096	0.0710

Tabla 3.33 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S2- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.2654	0.0885	0.0935	1.9989	0.0565
	2S2	0.244	0.0786	0.0895	2.1043	0.1387
	3S2	0.2363	0.0819	0.092	1.8852	0.1233
	4S2	0.2408	0.0835	0.0973	1.8838	0.1653
	5S2	0.2385	0.0841	0.0947	1.8359	0.1260
	6S2	0.2392	0.0851	0.0855	1.8108	0.0047
	7S2	0.2504	0.0867	0.0843	1.8881	-0.0277
	Promedio	0.2449	0.0841	0.0910	1.9153	0.0838

Tabla 3.34 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S2- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.2347	0.0779	0.0906	2.0128	0.1630
	2S2	0.2766	0.0911	0.0989	2.0362	0.0856
	3S2	0.2031	0.0756	0.0881	1.6865	0.1653
	4S2	0.2917	0.0962	0.1158	2.0322	0.2037
	5S2	0.2917	0.0946	0.1054	2.0835	0.1142
	6S2	0.3013	0.0987	0.1054	2.0527	0.0679
	7S2	0.2865	0.094	0.1012	2.0479	0.0766
	Promedio	0.2694	0.0897	0.1008	1.9931	0.1252

Tabla 3.35 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S2- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.2463	0.0955	0.0875	1.5791	-0.0838
2S2	0.2405	0.093	0.0983	1.5860	0.0570
3S2	0.2265	0.0855	0.091	1.6491	0.0643
4S2	0.2825	0.1018	0.1015	1.7750	-0.0029
5S2	0.2572	0.0933	0.0934	1.7567	0.0011
6S2	0.266	0.0993	0.096	1.6788	-0.0332
7S2	0.2801	0.1038	0.0934	1.6985	-0.1002
Promedio	0.2570	0.0960	0.0944	1.6747	-0.0140

3.7.2.3 Tipo de Suelo S3

Tabla 3.36 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S3- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.1643	0.0541	0.0563	2.0370	0.0407
2S3	0.1699	0.0555	0.06	2.0613	0.0811
3S3	0.1785	0.0574	0.0661	2.1098	0.1516
4S3	0.1821	0.0592	0.0655	2.0760	0.1064
5S3	0.1776	0.0587	0.0614	2.0256	0.0460
6S3	0.1737	0.0616	0.0591	1.8198	-0.0406
7S3	0.1574	0.0558	0.0561	1.8208	0.0054
Promedio	0.1719	0.0575	0.0606	1.9929	0.0558

Tabla 3.37 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S3- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.2196	0.0785	0.073	1.7975	-0.0701
2S3	0.2165	0.0781	0.0714	1.7721	-0.0858
3S3	0.2097	0.0767	0.0715	1.7340	-0.0678
4S3	0.2136	0.0772	0.0705	1.7668	-0.0868
5S3	0.2401	0.0861	0.0819	1.7886	-0.0488
6S3	0.2366	0.0833	0.084	1.8403	0.0084
7S3	0.2414	0.0781	0.0869	2.0909	0.1127
Promedio	0.2254	0.0797	0.0770	1.8272	-0.0340

Tabla 3.38 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S3- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.3116	0.1132	0.0932	1.7527	-0.1767
2S3	0.2721	0.0991	0.0808	1.7457	-0.1847
3S3	0.2494	0.0937	0.0776	1.6617	-0.1718
4S3	0.2535	0.0948	0.0771	1.6741	-0.1867
5S3	0.2729	0.107	0.0825	1.5505	-0.2290
6S3	0.28	0.0969	0.0933	1.8896	-0.0372
7S3	0.2804	0.0942	0.095	1.9766	0.0085
Promedio	0.2743	0.0998	0.0856	1.7501	-0.1396

Tabla 3.39 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S3- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.3465	0.1256	0.1057	1.7588	-0.1584
2S3	0.3115	0.1102	0.0954	1.8267	-0.1343
3S3	0.3227	0.1131	0.1011	1.8532	-0.1061
4S3	0.3224	0.1139	0.0995	1.8306	-0.1264
5S3	0.3182	0.1166	0.0938	1.7290	-0.1955
6S3	0.2947	0.106	0.1003	1.7802	-0.0538
7S3	0.304	0.1025	0.1035	1.9659	0.0098
Promedio	0.3171	0.1126	0.0999	1.8206	-0.1093

3.7.2.4 Tipo de Suelo S4

Tabla 3.40 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S4- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.1481	0.0489	0.0508	2.0286	0.0389
2S4	0.1528	0.0501	0.0539	2.0499	0.0758
3S4	0.1608	0.052	0.0592	2.0923	0.1385
4S4	0.1645	0.0537	0.0589	2.0633	0.0968
5S4	0.1596	0.0535	0.0554	1.9832	0.0355
6S4	0.1568	0.0577	0.0527	1.7175	-0.0867
7S4	0.1386	0.0502	0.0496	1.7610	-0.0120
Promedio	0.1545	0.0523	0.0544	1.9565	0.0410

Tabla 3.41 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S4- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.1958	0.0702	0.0608	1.7892	-0.1339
	2S4	0.1927	0.0702	0.0602	1.7450	-0.1425
	3S4	0.1856	0.0686	0.0593	1.7055	-0.1356
	4S4	0.1886	0.0687	0.0616	1.7453	-0.1033
	5S4	0.2115	0.0731	0.0714	1.8933	-0.0233
	6S4	0.2105	0.0741	0.0688	1.8408	-0.0715
	7S4	0.2135	0.0702	0.0742	2.0413	0.0570
	Promedio	0.1997	0.0707	0.0652	1.8229	-0.0790

Tabla 3.42 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S4- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.2588	0.0948	0.0723	1.7300	-0.2373
	2S4	0.2319	0.0839	0.0656	1.7640	-0.2181
	3S4	0.2254	0.0851	0.0671	1.6486	-0.2115
	4S4	0.2286	0.0889	0.0688	1.5714	-0.2261
	5S4	0.2535	0.1008	0.0736	1.5149	-0.2698
	6S4	0.237	0.0927	0.0782	1.5566	-0.1564
	7S4	0.2414	0.0839	0.0822	1.8772	-0.0203
	Promedio	0.2395	0.0900	0.0725	1.6661	-0.1914

Tabla 3.43 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 2- S4- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.3024	0.1062	0.0907	1.8475	-0.1460
	2S4	0.2743	0.0965	0.0822	1.8425	-0.1482
	3S4	0.2924	0.104	0.0876	1.8115	-0.1577
	4S4	0.2915	0.1048	0.0852	1.7815	-0.1870
	5S4	0.2879	0.1117	0.0808	1.5774	-0.2766
	6S4	0.2712	0.1034	0.0848	1.6228	-0.1799
	7S4	0.2716	0.0937	0.0889	1.8986	-0.0512
	Promedio	0.2845	0.1029	0.0857	1.7688	-0.1638

3.7.3 Caso 3 - $\alpha = 0.5$

Para el Caso 3 se consideran como Pórtico Fuerte al pórtico (A), Centro de Masa al pórtico (C) y como Pórtico Débil (E). Se presentan los resultados según el tipo de perfil de suelo de acuerdo a los sismos de análisis.

3.7.3.1 Tipo de Suelo S1.

Tabla 3.44 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S1- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.1741	0.0456	0.0872	2.8180	0.9123
2s1	0.1766	0.0461	0.0871	2.8308	0.8894
3s1	0.1751	0.0452	0.0883	2.8739	0.9535
4s1	0.1946	0.0487	0.1026	2.9959	1.1068
5s1	0.2456	0.064	0.1266	2.8375	0.9781
6s1	0.2438	0.0621	0.1255	2.9259	1.0209
7s1	0.2095	0.0548	0.1065	2.8230	0.9434
Promedio	0.2028	0.0524	0.1034	2.8721	0.9721

Tabla 3.45 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S1- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.2848	0.0731	0.1431	2.8960	0.9576
2s1	0.2745	0.0721	0.1356	2.8072	0.8807
3s1	0.2629	0.0718	0.1249	2.6616	0.7396
4s1	0.2627	0.0708	0.13	2.7105	0.8362
5s1	0.2595	0.0701	0.1436	2.7019	1.0485
6s1	0.2835	0.0739	0.1439	2.8363	0.9472
7s1	0.2808	0.073	0.1358	2.8466	0.8603
Promedio	0.2727	0.0721	0.1367	2.7800	0.8957

Tabla 3.46 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S1- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.3103	0.0801	0.1606	2.8739	1.0050
2s1	0.2805	0.0703	0.1472	2.9900	1.0939
3s1	0.3082	0.0737	0.162	3.1818	1.1981
4s1	0.3076	0.078	0.1597	2.9436	1.0474
5s1	0.3147	0.0872	0.1496	2.6089	0.7156
6s1	0.2802	0.0763	0.146	2.6723	0.9135
7s1	0.2742	0.0689	0.1442	2.9797	1.0929
Promedio	0.2965	0.0764	0.1528	2.8929	1.0095

Tabla 3.47 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S1- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1s1	0.3092	0.0762	0.1597	3.0577	1.0958
2s1	0.3242	0.0791	0.1668	3.0986	1.1087
3s1	0.337	0.0813	0.1773	3.1451	1.1808
4s1	0.3343	0.0817	0.1751	3.0918	1.1432
5s1	0.3329	0.0806	0.1734	3.1303	1.1514
6s1	0.3017	0.0787	0.1782	2.8335	1.2643
7s1	0.312	0.0789	0.1793	2.9544	1.2725
Promedio	0.3216	0.0795	0.1728	3.0445	1.1738

3.7.3.2 Tipo de Suelo S2

Tabla 3.48 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S2- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S2	0.3312	0.0859	0.1713	2.8556	0.9942
2S2	0.3056	0.0747	0.1584	3.0910	1.1205
3S2	0.3382	0.0931	0.1741	2.6327	0.8700
4S2	0.3184	0.0874	0.1644	2.6430	0.8810
5S2	0.3272	0.0827	0.167	2.9565	1.0193
6S2	0.3174	0.0803	0.1617	2.9527	1.0137
7S2	0.295	0.0757	0.1516	2.8970	1.0026
Promedio	0.3190	0.0828	0.1641	2.8612	0.9859

Tabla 3.49 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S2- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S2	0.3003	0.0785	0.1558	2.8255	0.9847
2S2	0.3689	0.0931	0.1832	2.9624	0.9678
3S2	0.2838	0.0788	0.1589	2.6015	1.0165
4S2	0.3854	0.0917	0.2057	3.2028	1.2432
5S2	0.3516	0.0889	0.1773	2.9550	0.9944
6S2	0.3572	0.0914	0.1745	2.9081	0.9092
7S2	0.3437	0.0875	0.1687	2.9280	0.9280
Promedio	0.3416	0.0871	0.1749	2.9119	1.0062

Tabla 3.50 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S2- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.3299	0.09	0.1597	2.6656	0.7744
	2S2	0.3143	0.0869	0.1614	2.6168	0.8573
	3S2	0.3091	0.0787	0.1688	2.9276	1.1449
	4S2	0.3456	0.0995	0.192	2.4734	0.9296
	5S2	0.3169	0.0894	0.1692	2.5447	0.8926
	6S2	0.3351	0.0915	0.181	2.6623	0.9781
	7S2	0.3623	0.0964	0.1834	2.7583	0.9025
	Promedio	0.3305	0.0903	0.1736	2.6641	0.9256

Tabla 3.51 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S2- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.3751	0.0956	0.2069	2.9236	1.1642
	2S2	0.3502	0.0977	0.1889	2.5844	0.9335
	3S2	0.3603	0.0984	0.1709	2.6616	0.7368
	4S2	0.3758	0.0989	0.2005	2.7998	1.0273
	5S2	0.3533	0.0987	0.2038	2.5795	1.0648
	6S2	0.3605	0.1052	0.2013	2.4268	0.9135
	7S2	0.3602	0.106	0.201	2.3981	0.8962
	Promedio	0.3622	0.1001	0.1962	2.6248	0.9623

3.7.3.3 Tipo de Suelo S3

Tabla 3.52 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S3- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.2246	0.0568	0.1116	2.9542	0.9648
	2S3	0.2116	0.0537	0.1054	2.9404	0.9628
	3S3	0.1978	0.052	0.094	2.8038	0.8077
	4S3	0.2115	0.0554	0.1007	2.8177	0.8177
	5S3	0.2686	0.0707	0.1289	2.7992	0.8232
	6S3	0.2664	0.0702	0.1285	2.7949	0.8305
	7S3	0.2332	0.0624	0.12	2.7372	0.9231
	Promedio	0.2305	0.0602	0.1127	2.8353	0.8757

Tabla 3.53 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S3- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.3666	0.1005	0.1785	2.6478	0.7761
	2S3	0.3517	0.0935	0.1695	2.7615	0.8128
	3S3	0.3343	0.092	0.1564	2.6337	0.7000
	4S3	0.3362	0.0914	0.1582	2.6783	0.7309
	5S3	0.339	0.0927	0.1667	2.6570	0.7983
	6S3	0.3606	0.0956	0.1703	2.7720	0.7814
	7S3	0.3615	0.0953	0.1718	2.7933	0.8027
	Promedio	0.3500	0.0944	0.1673	2.7062	0.7717

Tabla 3.54 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S3- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.4488	0.1225	0.2127	2.6637	0.7363
	2S3	0.4004	0.1072	0.1907	2.7351	0.7789
	3S3	0.4242	0.1081	0.2104	2.9241	0.9463
	4S3	0.4227	0.1091	0.2071	2.8744	0.8983
	5S3	0.4174	0.1188	0.1963	2.5135	0.6524
	6S3	0.3818	0.1078	0.1851	2.5417	0.7171
	7S3	0.3795	0.098	0.1846	2.8724	0.8837
	Promedio	0.4107	0.1102	0.1981	2.7321	0.8018

Tabla 3.55 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S3- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.4438	0.1195	0.2099	2.7138	0.7565
	2S3	0.4578	0.122	0.2149	2.7525	0.7615
	3S3	0.4573	0.1233	0.2194	2.7088	0.7794
	4S3	0.4536	0.1233	0.2162	2.6788	0.7534
	5S3	0.4572	0.1229	0.2173	2.7201	0.7681
	6S3	0.4378	0.1199	0.2211	2.6514	0.8440
	7S3	0.4506	0.1201	0.2247	2.7519	0.8709
	Promedio	0.4512	0.1216	0.2176	2.7110	0.7906

3.7.3.4 Tipo de Suelo S4

Tabla 3.56 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S4- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.1998	0.0517	0.0972	2.8646	0.8801
2S4	0.186	0.0485	0.0903	2.8351	0.8619
3S4	0.1822	0.0485	0.0857	2.7567	0.7670
4S4	0.1943	0.0517	0.0909	2.7582	0.7582
5S4	0.2372	0.0635	0.112	2.7354	0.7638
6S4	0.2331	0.0658	0.1103	2.5426	0.6763
7S4	0.2019	0.0571	0.1016	2.5359	0.7793
Promedio	0.2049	0.0553	0.0983	2.7184	0.7838

Tabla 3.57 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S4- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.3229	0.0856	0.1557	2.7722	0.8189
2S4	0.3099	0.0841	0.1459	2.6849	0.7348
3S4	0.2951	0.0828	0.1344	2.5640	0.6232
4S4	0.2968	0.0821	0.1375	2.6151	0.6748
5S4	0.2991	0.0829	0.1492	2.6080	0.7998
6S4	0.3009	0.0797	0.1502	2.7754	0.8846
7S4	0.3105	0.0843	0.1478	2.6833	0.7533
Promedio	0.3050	0.0831	0.1458	2.6718	0.7556

Tabla 3.58 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S4- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.3887	0.1032	0.1824	2.7665	0.7674
2S4	0.3516	0.0931	0.1659	2.7766	0.7820
3S4	0.3821	0.099	0.1853	2.8596	0.8717
4S4	0.3794	0.1002	0.1808	2.7864	0.8044
5S4	0.391	0.1131	0.1719	2.4571	0.5199
6S4	0.3639	0.1045	0.16	2.4823	0.5311
7S4	0.3406	0.0897	0.1613	2.7971	0.7982
Promedio	0.3710	0.1004	0.1725	2.7037	0.7250

Tabla 3.59 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 3- S4- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S4	0.3889	0.1042	0.1826	2.7322	0.7524
2S4	0.4046	0.1089	0.1877	2.7153	0.7236
3S4	0.4157	0.1114	0.1947	2.7316	0.7478
4S4	0.4112	0.115	0.1901	2.5757	0.6530
5S4	0.4109	0.1107	0.1911	2.7118	0.7263
6S4	0.398	0.1076	0.1862	2.6989	0.7305
7S4	0.4008	0.1084	0.1913	2.6974	0.7648
Promedio	0.4043	0.1095	0.1891	2.6947	0.7283

3.7.4 Caso 4 - $\alpha = 0.625$

Para el Caso 4 se consideran como Pórtico Fuerte al pórtico (A), Centro de Masa al pórtico (C) y como Pórtico Débil (E). Se presentan los resultados según el tipo de perfil de suelo de acuerdo a los sismos de análisis.

3.7.4.1 Tipo de Suelo S1

Tabla 3.60 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S1- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S1	0.1771	0.05167	0.07569	2.4275	0.4649
2S1	0.1788	0.05157	0.0787	2.4671	0.5261
3S1	0.1832	0.05168	0.08456	2.5449	0.6362
4S1	0.1824	0.0591	0.0829	2.0863	0.4027
5S1	0.1786	0.0519	0.07756	2.4412	0.4944
6S1	0.1724	0.04985	0.07685	2.4584	0.5416
7S1	0.1754	0.0479	0.08043	2.6618	0.6791
PROMEDIO	0.1783	0.0520	0.0795	2.4410	0.5350

Tabla 3.61 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S1- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S1	0.1508	0.04609	0.07245	2.2719	0.5719
2S1	0.1506	0.04498	0.07417	2.3482	0.6490
3S1	0.1496	0.04388	0.07477	2.4093	0.7040
4S1	0.1722	0.04804	0.07722	2.5845	0.6074
5S1	0.2277	0.06306	0.1016	2.6108	0.6112
6S1	0.2194	0.06042	0.09738	2.6312	0.6117
7S1	0.1929	0.05577	0.08909	2.4588	0.5975
PROMEDIO	0.1805	0.0517	0.0838	2.4735	0.6218

Tabla 3.62 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S1- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S1	0.2025	0.06844	0.08971	1.9588	0.3108
2S1	0.2033	0.06793	0.08574	1.9928	0.2622
3S1	0.1979	0.06703	0.08295	1.9524	0.2375
4S1	0.1965	0.0669	0.1022	1.9372	0.5277
5S1	0.2218	0.06599	0.1135	2.3611	0.7200
6S1	0.2226	0.06682	0.1154	2.3313	0.7270
7S1	0.2236	0.06694	0.09773	2.3403	0.4600
PROMEDIO	0.2097	0.0672	0.0982	2.1249	0.4636

Tabla 3.63 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S1- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S1	0.2414	0.07318	0.09964	2.2987	0.3616
2S1	0.2175	0.06979	0.09227	2.1165	0.3221
3S1	0.2171	0.0787	0.09913	1.7586	0.2596
4S1	0.2102	0.06943	0.09106	2.0275	0.3115
5S1	0.2111	0.07463	0.09621	1.8286	0.2892
6S1	0.2364	0.07306	0.09938	2.2357	0.3603
7S1	0.234	0.07217	0.09476	2.2423	0.3130
PROMEDIO	0.2240	0.0730	0.0961	2.0726	0.3167

3.7.4.2 Tipo de Suelo S2

Tabla 3.64 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S2- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S2	0.225	0.06156	0.1019	2.6550	0.6553
2S2	0.2196	0.0633	0.1019	2.4692	0.6098
3S2	0.2002	0.0603	0.09406	2.3201	0.5599
4S2	0.2139	0.06077	0.09235	2.5198	0.5197
5S2	0.2334	0.06609	0.1012	2.5315	0.5312
6S2	0.2192	0.06373	0.09543	2.4395	0.4974
7S2	0.2145	0.06301	0.08846	2.4042	0.4039
PROMEDIO	0.2180	0.0627	0.0965	2.4770	0.5396

Tabla 3.65 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S2- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.2988	0.08649	0.1324	2.4547	0.5308
2S2	0.2618	0.07308	0.1174	2.5824	0.6065
3S2	0.2867	0.09161	0.1362	2.1296	0.4867
4S2	0.2884	0.08602	0.1332	2.3527	0.5485
5S2	0.2951	0.08182	0.134	2.6067	0.6377
6S2	0.2861	0.07953	0.1296	2.5974	0.6296
7S2	0.2661	0.0775	0.122	2.4335	0.5742
PROMEDIO	0.2833	0.0823	0.1293	2.4510	0.5734

Tabla 3.66 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S2- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.2933	0.08124	0.1362	2.6103	0.6765
2S2	0.2904	0.08586	0.1393	2.3823	0.6224
3S2	0.2363	0.08277	0.1247	1.8549	0.5066
4S2	0.2782	0.0817	0.1319	2.4051	0.6144
5S2	0.2799	0.08314	0.131	2.3666	0.5757
6S2	0.2777	0.08549	0.1303	2.2483	0.5242
7S2	0.2696	0.0829	0.1245	2.2521	0.5018
PROMEDIO	0.2751	0.0833	0.1311	2.3028	0.5745

Tabla 3.67 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S2- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.2425	0.07738	0.1312	2.1339	0.6955
2S2	0.2673	0.0922	0.1397	1.8991	0.5152
3S2	0.2499	0.07456	0.1121	2.3517	0.5035
4S2	0.3185	0.09502	0.1477	2.3519	0.5544
5S2	0.2919	0.09514	0.143	2.0681	0.5030
6S2	0.3022	0.09857	0.1407	2.0658	0.4274
7S2	0.2856	0.09396	0.1345	2.0396	0.4315
PROMEDIO	0.2797	0.0895	0.1356	2.1300	0.5186

3.7.4.3 Tipo de Suelo S3

Tabla 3.68 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S3- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S3	0.1945	0.05711	0.08209	2.4057	0.4374
2S3	0.197	0.05723	0.08555	2.4423	0.4948
3S3	0.2041	0.0577	0.09318	2.5373	0.6149
4S3	0.2024	0.05785	0.0905	2.4987	0.5644
5S3	0.1967	0.0576	0.08407	2.4149	0.4595
6S3	0.1941	0.05737	0.08127	2.3833	0.4166
7S3	0.1914	0.05737	0.08688	2.3362	0.5144
PROMEDIO	0.1972	0.0575	0.0862	2.4312	0.5003

Tabla 3.69 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S3- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S3	0.1913	0.05758	0.09042	2.3223	0.5703
2S3	0.1828	0.05434	0.08783	2.3640	0.6163
3S3	0.1726	0.05122	0.07939	2.3698	0.5500
4S3	0.1899	0.05402	0.08468	2.5154	0.5676
5S3	0.2517	0.07024	0.1113	2.5834	0.5846
6S3	0.2491	0.06947	0.1112	2.5857	0.6007
7S3	0.2162	0.06376	0.1014	2.3908	0.5903
PROMEDIO	0.2077	0.0601	0.0952	2.4474	0.5828

Tabla 3.70 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S3- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S3	0.2591	0.0863	0.104	2.0023	0.2051
2S3	0.2528	0.085	0.09808	1.9741	0.1539
3S3	0.2458	0.08394	0.09326	1.9283	0.1110
4S3	0.2449	0.08341	0.1168	1.9361	0.4003
5S3	0.2682	0.08429	0.1272	2.1819	0.5091
6S3	0.2701	0.08188	0.1269	2.2987	0.5498
7S3	0.281	0.08469	0.1119	2.3180	0.3213
PROMEDIO	0.2603	0.0842	0.1112	2.0913	0.3215

Tabla 3.71 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S3- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.332	0.1104	0.1232	2.0072	0.1159
2S3	0.2961	0.09681	0.1112	2.0586	0.1486
3S3	0.2752	0.09236	0.1157	1.9796	0.2527
4S3	0.2687	0.09111	0.107	1.9492	0.1744
5S3	0.2743	0.1004	0.1035	1.7321	0.0309
6S3	0.3015	0.09544	0.1156	2.1591	0.2112
7S3	0.3024	0.09482	0.1173	2.1892	0.2371
PROMEDIO	0.2929	0.0973	0.1134	2.0107	0.1673

3.7.4.4 Tipo de Suelo S4

Tabla 3.72 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S4- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.1724	0.05068	0.0727	2.4017	0.4345
2S4	0.1746	0.05082	0.0756	2.4357	0.4876
3S4	0.1817	0.0514	0.08267	2.5350	0.6084
4S4	0.1804	0.05153	0.08037	2.5009	0.5597
5S4	0.1741	0.05117	0.07424	2.4024	0.4509
6S4	0.1715	0.05094	0.07141	2.3667	0.4018
7S4	0.1693	0.04681	0.07622	2.6167	0.6283
PROMEDIO	0.1749	0.0505	0.0762	2.4656	0.5102

Tabla 3.73 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S4- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.1703	0.05231	0.07566	2.2556	0.4464
2S4	0.161	0.04895	0.07064	2.2891	0.4431
3S4	0.1584	0.04791	0.06674	2.3062	0.3930
4S4	0.1701	0.05061	0.07226	2.3610	0.4278
5S4	0.221	0.06307	0.09485	2.5040	0.5039
6S4	0.2167	0.06526	0.09351	2.3206	0.4329
7S4	0.1911	0.05884	0.08587	2.2478	0.4594
PROMEDIO	0.1841	0.0553	0.0799	2.3263	0.4438

Tabla 3.74 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S4- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.2281	0.07677	0.09097	1.9712	0.1850
2S4	0.2231	0.0761	0.08307	1.9317	0.0916
3S4	0.2159	0.07411	0.07944	1.9132	0.0719
4S4	0.2137	0.07426	0.1031	1.8777	0.3884
5S4	0.2395	0.07507	0.1122	2.1904	0.4946
6S4	0.2366	0.07225	0.1092	2.2747	0.5114
7S4	0.2457	0.07225	0.1092	2.4007	0.5114
PROMEDIO	0.2289	0.0744	0.0982	2.0799	0.3220

Tabla 3.75 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 4- S4- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.2847	0.09258	0.1043	2.0752	0.1266
2S4	0.2568	0.08408	0.09532	2.0542	0.1337
3S4	0.2439	0.08436	0.09815	1.8912	0.1635
4S4	0.2347	0.08342	0.08999	1.8135	0.0788
5S4	0.2566	0.08477	0.08866	2.0270	0.0459
6S4	0.2517	0.08731	0.09652	1.8828	0.1055
7S4	0.2634	0.08132	0.1009	2.2391	0.2408
PROMEDIO	0.2560	0.0854	0.0963	1.9976	0.1278

3.7.5 Caso 5 - $\alpha = 0.83$

Para el Caso 5 se consideran como Pórtico Fuerte al pórtico (A), Centro de Masa al pórtico (entre los pórticos B y C) y como Pórtico Débil (D). Se presentan los resultados según el tipo de perfil de suelo de acuerdo a los sismos de análisis.

3.7.5.1 Tipo de Suelo S1

Tabla 3.76 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S1- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
1S1	0.08115	0.03316	0.02612	1.4472	-0.2123
2S1	0.0847	0.035	0.02423	1.4200	-0.3077
3S1	0.09878	0.03989	0.02585	1.4763	-0.3520
4S1	0.09943	0.04025	0.02612	1.4703	-0.3511
5S1	0.09028	0.03748	0.02187	1.4088	-0.4165
6S1	0.1099	0.04316	0.02582	1.5463	-0.4018
7S1	0.1174	0.04546	0.02935	1.5825	-0.3544
PROMEDIO	0.0974	0.0392	0.0256	1.4788	-0.3422

Tabla 3.77 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S1- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S1	0.1267	0.05251	0.03024	1.4129	-0.4241
	2S1	0.1256	0.05274	0.0308	1.3815	-0.4160
	3S1	0.1263	0.05353	0.02934	1.3594	-0.4519
	4S1	0.131	0.0543	0.0265	1.4125	-0.5120
	5S1	0.1327	0.05426	0.03557	1.4456	-0.3445
	6S1	0.124	0.05188	0.0321	1.3901	-0.3813
	7S1	0.1162	0.04699	0.0307	1.4729	-0.3467
	PROMEDIO	0.1261	0.0523	0.0308	1.4107	-0.4109

Tabla 3.78 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S1- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S1	0.1208	0.04716	0.03284	1.5615	-0.3036
	2S1	0.1226	0.04603	0.03194	1.6635	-0.3061
	3S1	0.1228	0.0449	0.03296	1.7350	-0.2659
	4S1	0.1310	0.05014	0.03644	1.6127	-0.2732
	5S1	0.1597	0.06584	0.04189	1.4256	-0.3638
	6S1	0.1579	0.06365	0.04123	1.4808	-0.3522
	7S1	0.1351	0.05691	0.03514	1.3739	-0.3825
	PROMEDIO	0.1357	0.0535	0.0361	1.5504	-0.3211

Tabla 3.79 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S1- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S1	0.1309	0.06699	0.0301	0.9540	-0.5507
	2S1	0.1395	0.06075	0.0299	1.2963	-0.5078
	3S1	0.1388	0.06582	0.03041	1.1088	-0.5380
	4S1	0.1375	0.06585	0.03592	1.0881	-0.4545
	5S1	0.1496	0.06923	0.03764	1.1609	-0.4563
	6S1	0.149	0.06918	0.03811	1.1538	-0.4491
	7S1	0.1479	0.06605	0.03371	1.2392	-0.4896
	PROMEDIO	0.1419	0.0663	0.0337	1.1430	-0.4923

3.7.5.2 Tipo de Suelo S2

Tabla 3.80 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S2- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.1559	0.05921	0.03812	1.6330	-0.3562
	2S2	0.1501	0.05971	0.03472	1.5138	-0.4185
	3S2	0.1177	0.04946	0.03318	1.3797	-0.3292
	4S2	0.1310	0.05145	0.03577	1.5462	-0.3048
	5S2	0.1245	0.05193	0.03221	1.3975	-0.3797
	6S2	0.1270	0.05099	0.03288	1.4907	-0.3552
	7S2	0.1320	0.05295	0.03203	1.4929	-0.3951
	PROMEDIO	0.1340	0.0537	0.0341	1.4934	-0.3627

Tabla 3.81 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S2- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.1900	0.07221	0.04557	1.6312	-0.3689
	2S2	0.1923	0.07409	0.05078	1.5955	-0.3146
	3S2	0.1747	0.07067	0.04994	1.4721	-0.2933
	4S2	0.1939	0.07766	0.05046	1.4968	-0.3502
	5S2	0.2071	0.07766	0.05211	1.6668	-0.3290
	6S2	0.1939	0.07264	0.04894	1.6693	-0.3263
	7S2	0.1744	0.06748	0.04541	1.5845	-0.3271
	PROMEDIO	0.1895	0.0732	0.0490	1.5880	-0.3299

Tabla 3.82 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S2- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.2189	0.08922	0.0491	1.4535	-0.4497
	2S2	0.1887	0.07601	0.05103	1.4826	-0.3286
	3S2	0.2033	0.09468	0.05884	1.1472	-0.3785
	4S2	0.2132	0.08881	0.05061	1.4006	-0.4301
	5S2	0.2184	0.08442	0.04985	1.5871	-0.4095
	6S2	0.2119	0.08207	0.04779	1.5819	-0.4177
	7S2	0.1966	0.07949	0.04582	1.4733	-0.4236
	PROMEDIO	0.2073	0.0850	0.0504	1.4466	-0.4054

Tabla 3.83 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S2- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.2156	0.08904	0.04395	1.4214	-0.5064
	2S2	0.1831	0.08275	0.04131	1.2127	-0.5008
	3S2	0.1604	0.08449	0.0361	0.8984	-0.5727
	4S2	0.1911	0.0856	0.04119	1.2325	-0.5188
	5S2	0.1937	0.08652	0.04027	1.2388	-0.5346
	6S2	0.1932	0.08772	0.03998	1.2025	-0.5442
	7S2	0.1855	0.08817	0.03913	1.1039	-0.5562
	PROMEDIO	0.1889	0.0863	0.0403	1.1872	-0.5334

3.7.5.3 Tipo de Suelo S3

Tabla 3.84 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S3- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.08987	0.03767	0.02954	1.3857	-0.2158
	2S3	0.09635	0.03986	0.0268	1.4172	-0.3276
	3S3	0.115	0.04586	0.03047	1.5076	-0.3356
	4S3	0.1151	0.04605	0.0287	1.4995	-0.3768
	5S3	0.1033	0.04268	0.02623	1.4203	-0.3854
	6S3	0.1154	0.04531	0.02706	1.5469	-0.4028
	7S3	0.1292	0.05034	0.03136	1.5665	-0.3770
	PROMEDIO	0.1092	0.0440	0.0286	1.4777	-0.3459

Tabla 3.85 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S3- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.1382	0.05771	0.03397	1.3947	-0.4114
	2S3	0.1385	0.05829	0.0337	1.3761	-0.4219
	3S3	0.1408	0.05964	0.02814	1.3608	-0.5282
	4S3	0.1446	0.06042	0.02849	1.3932	-0.5285
	5S3	0.1429	0.06003	0.0353	1.3805	-0.4120
	6S3	0.1417	0.05947	0.03466	1.3827	-0.4172
	7S3	0.1389	0.05348	0.0342	1.5972	-0.3605
	PROMEDIO	0.1408	0.0584	0.0326	1.4122	-0.4399

Tabla 3.86 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S3- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.142	0.05965	0.0307	1.3806	-0.4853
	2S3	0.1373	0.05637	0.03649	1.4357	-0.3527
	3S3	0.1385	0.05287	0.03546	1.6196	-0.3293
	4S3	0.1484	0.05544	0.03819	1.6768	-0.3111
	5S3	0.1659	0.07344	0.04296	1.2590	-0.4150
	6S3	0.1649	0.07225	0.04308	1.2824	-0.4037
	7S3	0.1516	0.06495	0.03668	1.3341	-0.4353
	PROMEDIO	0.1498	0.0621	0.0377	1.4269	-0.3904

Tabla 3.87 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S3- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.1743	0.08262	0.03229	1.1097	-0.6092
	2S3	0.1736	0.08207	0.03307	1.1153	-0.5971
	3S3	0.1693	0.08044	0.03366	1.1047	-0.5816
	4S3	0.1683	0.08093	0.03890	1.0796	-0.5193
	5S3	0.1725	0.08435	0.03966	1.0451	-0.5298
	6S3	0.1728	0.08564	0.04047	1.0177	-0.5274
	7S3	0.1819	0.08183	0.03596	1.2229	-0.5606
	PROMEDIO	0.1732	0.0826	0.0363	1.0993	-0.5607

3.7.5.4 Tipo de Suelo S4

Tabla 3.88 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S4- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.0817	0.03428	0.02662	1.3833	-0.2235
	2S4	0.08743	0.03625	0.02385	1.4119	-0.3421
	3S4	0.1042	0.04164	0.02704	1.5024	-0.3506
	4S4	0.1033	0.04128	0.02532	1.5024	-0.3866
	5S4	0.09228	0.03831	0.02388	1.4088	-0.3767
	6S4	0.1014	0.03951	0.02412	1.5664	-0.3895
	7S4	0.1149	0.04474	0.02738	1.5682	-0.3880
	PROMEDIO	0.0979	0.0394	0.0255	1.4776	-0.3510

Tabla 3.89 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S4- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.1223	0.05158	0.02758	1.3711	-0.4653
	2S4	0.122	0.05213	0.02655	1.3403	-0.4907
	3S4	0.1245	0.05343	0.02461	1.3302	-0.5394
	4S4	0.1277	0.05243	0.02422	1.4356	-0.5381
	5S4	0.1259	0.05365	0.02874	1.3467	-0.4643
	6S4	0.1249	0.05321	0.02819	1.3473	-0.4702
	7S4	0.1216	0.0488	0.02811	1.4918	-0.4240
	PROMEDIO	0.1241	0.0522	0.0269	1.3804	-0.4846

Tabla 3.90 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S4- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.1261	0.05414	0.03184	1.3291	-0.4119
	2S4	0.1237	0.05072	0.02986	1.4389	-0.4113
	3S4	0.1254	0.04935	0.02869	1.5410	-0.4186
	4S4	0.1352	0.05194	0.03341	1.6030	-0.3568
	5S4	0.1474	0.06578	0.03786	1.2408	-0.4244
	6S4	0.1531	0.06696	0.03761	1.2864	-0.4383
	7S4	0.1383	0.05665	0.03223	1.4413	-0.4311
	PROMEDIO	0.1356	0.0565	0.0331	1.4115	-0.4132

Tabla 3.91 Desplazamientos y factor de amplificación torsional para Caso 5- S4- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura sin sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional sin Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.1539	0.07392	0.02898	1.0820	-0.6080
	2S4	0.1523	0.07367	0.02816	1.0673	-0.6178
	3S4	0.1496	0.07179	0.02874	1.0839	-0.5997
	4S4	0.1486	0.0721	0.03528	1.0610	-0.5107
	5S4	0.1534	0.07532	0.03592	1.0366	-0.5231
	6S4	0.1514	0.07634	0.03651	0.9832	-0.5217
	7S4	0.1611	0.07329	0.0337	1.1981	-0.5402
	PROMEDIO	0.1529	0.0738	0.0325	1.0732	-0.5602

3.7.6 Análisis de resultados

3.7.6.1 Caso 1 - $\alpha = 1$

En la figura 3.28 se muestran los factores de amplificación que se obtienen en cada una de los edificios correspondientes al Caso 1 - $\alpha=1$ para cada tipo de suelo. Los valores que se encuentran en la parte superior de cada figura corresponden al pórtico débil y los valores de la parte inferior para el pórtico fuerte. Se han obtenido también los valores medios hallados para cada edificio y se los ha unido con una línea.

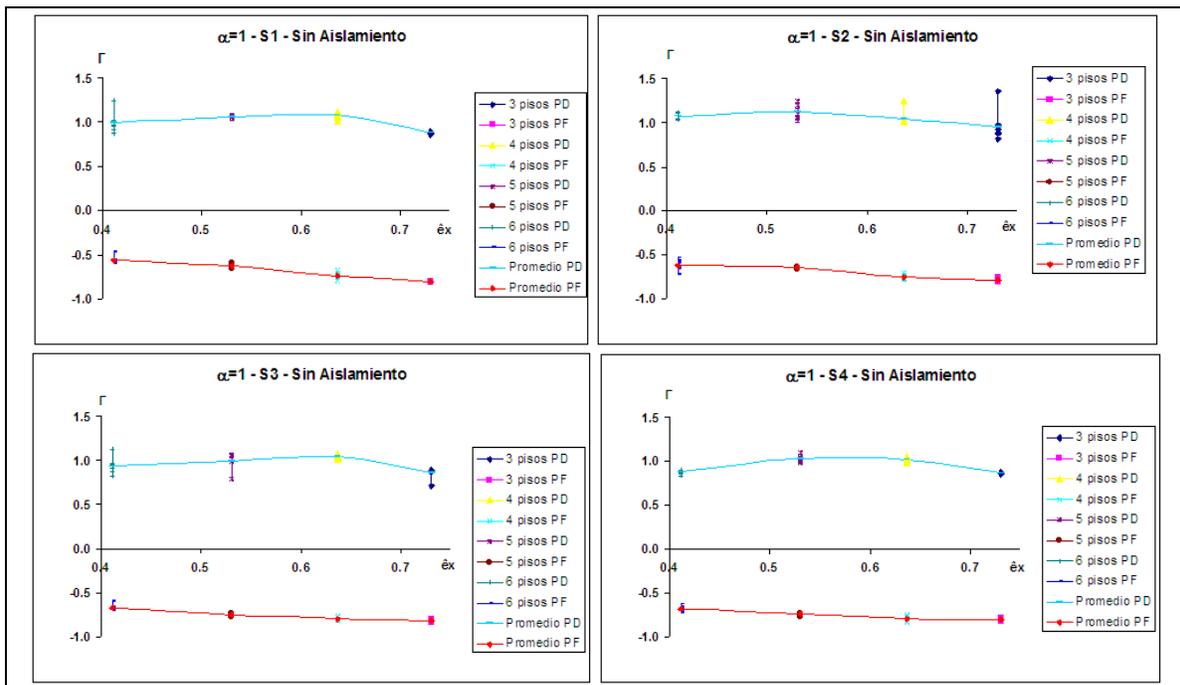


Figura 3.28 Factores de Amplificación Torsional para Caso 1 – $\alpha=1$ en los cuatro tipos de suelo.

En la figura 3.29 se muestra una gráfica de los desplazamientos en pórtico débil, pórtico fuerte y centro de masa en función de la excentricidad estática normalizada. En esta gráfica apreciamos que el mayor desplazamiento tiene el pórtico débil, luego el centro de masa y el menor desplazamiento lo tiene el pórtico fuerte. Este comportamiento es el adecuado para las estructuras pero si observamos los resultados de las tablas presentadas anteriormente y las gráficas nos damos cuenta que los desplazamientos son altos, cuando se implementen los aisladores de base elastoméricos en estas estructuras los desplazamientos serán mucho menores que los que se presentan en este capítulo.

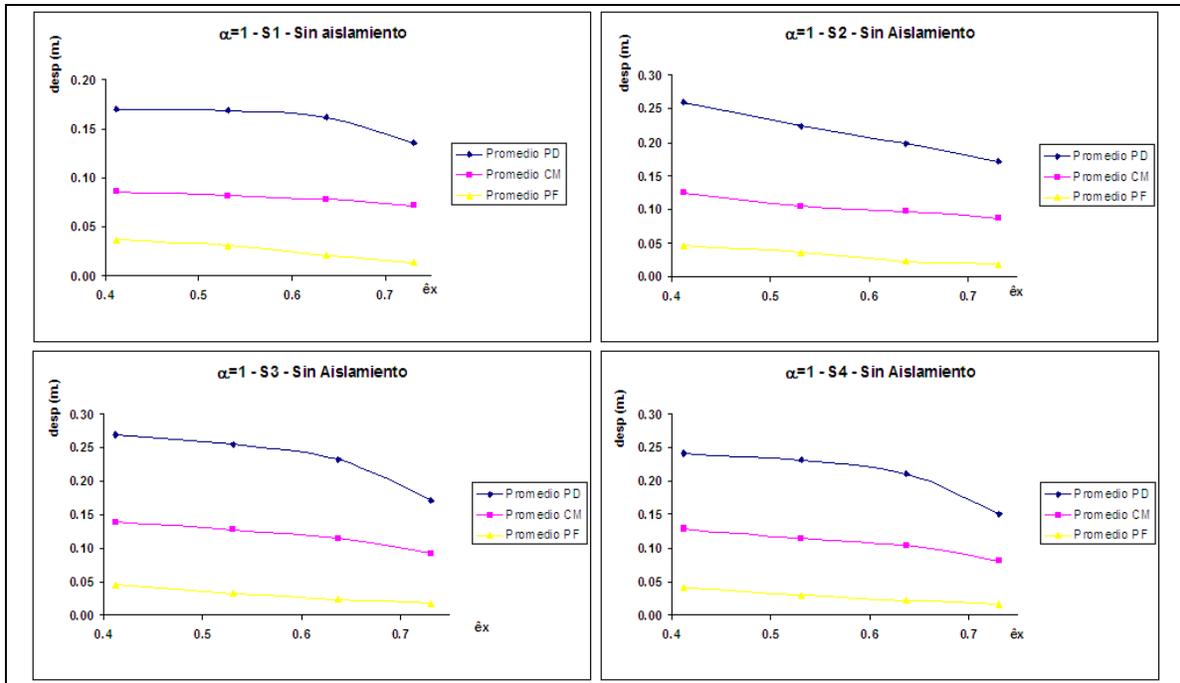


Figura 3.29 Desplazamientos laterales para Caso 1 – $\alpha=1$ en los cuatro tipos de suelo.

3.7.6.2 Caso 2 - $\alpha = 0.67$

En la figura 3.30 se indican los factores de amplificación torsional para Caso 2 - $\alpha=0.67$ para cada tipo de suelo en cada una de las estructuras. Notamos que para este caso los factores de amplificación para pórtico débil aumentaron en relación al Caso 1, para el Caso 1 tenemos valores promedio de 1 mientras que para el Caso 2 los valores promedio oscilan entre 1.5 y 2; para el pórtico débil los valores de los factores también aumentaron para el Caso 1 tenemos valores promedio de entre -0.5 y -1.0 mientras que para el Caso 2 los valores están entre -0.5 y 0.1 . Esto nos demuestra que para el Caso 2 los problemas de torsión serán mayores que para el Caso 1.

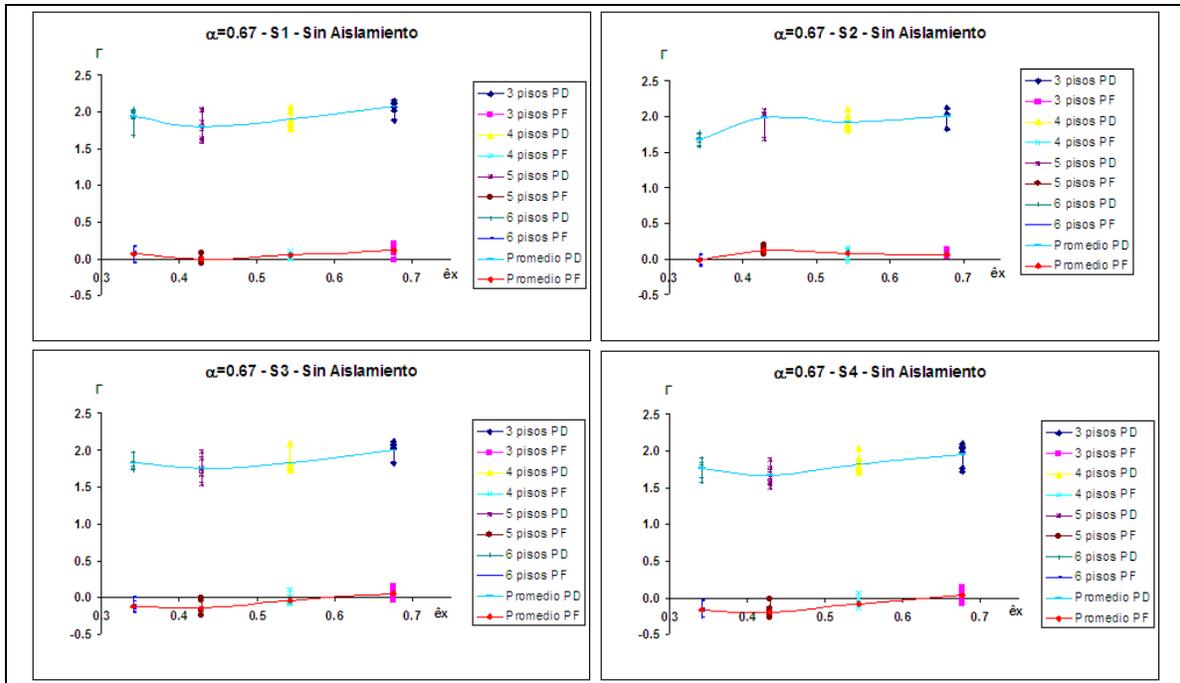


Figura 3.30 Factores de Amplificación Torsional para Caso 2 – $\alpha=0.67$ en los cuatro tipos de suelo.

En la figura 3.31 se indican los desplazamientos en función de la excentricidad estática normalizada del Caso 2 – $\alpha=0.67$, en estos gráficos nos damos cuenta de que los desplazamientos aumentan según el tipo de suelo, esto es lógico de esperar; pero los desplazamientos para pórtico fuerte y centro de masa tienen casi el mismo valor promedio que oscila entre 0.05 (m.) y 0.15 (m.), este fenómeno causará falla por torsión de la estructura. Además los valores de los desplazamientos en los tres pórticos han aumentado en relación a los valores de Caso 1 y Caso 2.

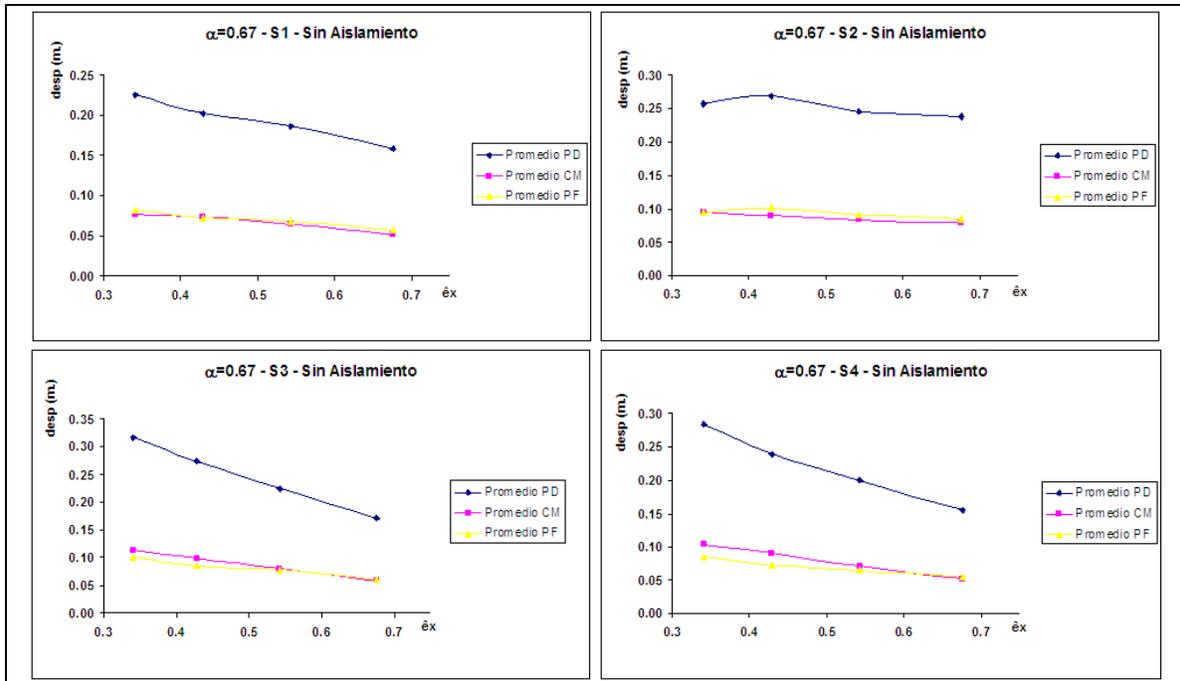


Figura 3.31 Desplazamientos laterales para Caso 2 – $\alpha=0.67$ en los cuatro tipos de suelo.

3.7.6.3 Caso 3 - $\alpha = 0.5$

En la figura 3.32 se presentan los factores de amplificación torsional para el Caso 3 - $\alpha=0.5$; para este caso tenemos los mayores valores de factores sea para pórtico débil y pórtico fuerte, esto se debe a que la estructura tiene una relación de los lados de la losa de 0.5; este es el caso más crítico de los 5 que se presentan por los altos valores tanto de desplazamientos como de factores de amplificación por tal motivo este será el caso que se analizará con mayor detenimiento en el capítulo V de este proyecto, ya que será este caso el que se comparará con los resultados que se obtengan cuando se incorpore los aisladores de base elastoméricos.

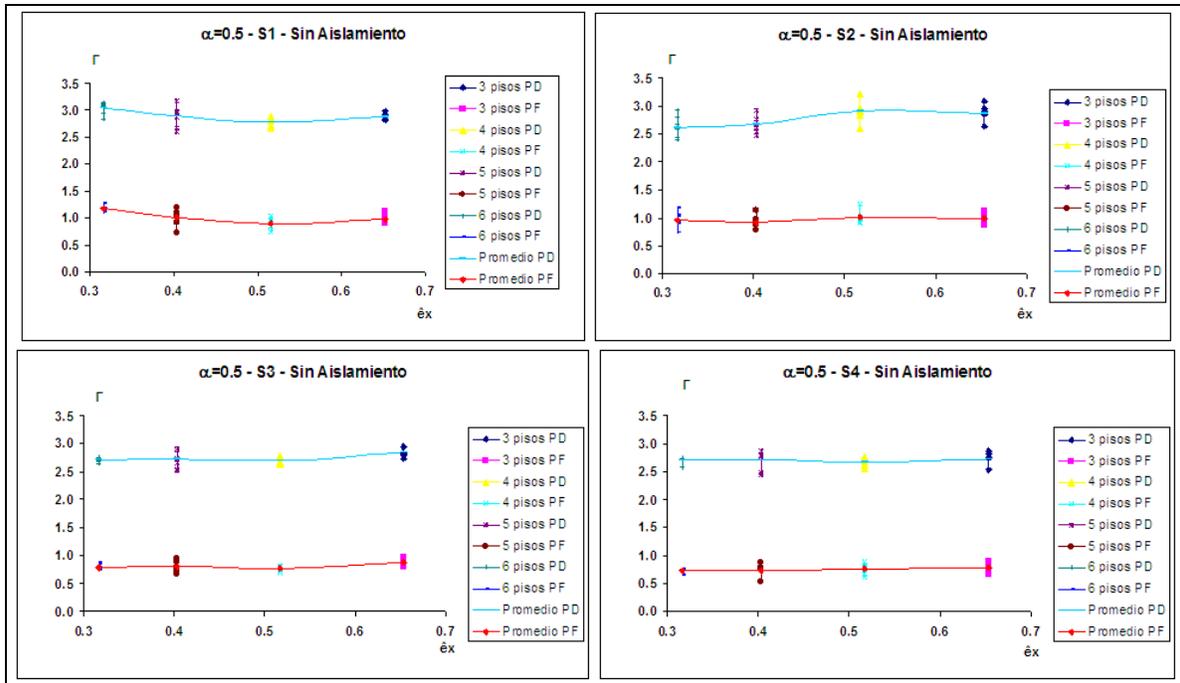


Figura 3.32 Factores de Amplificación Torsional para Caso 3 – $\alpha=0.5$ en los cuatro tipos de suelo.

En la figura 3.33 se muestran los valores de los desplazamientos para el Caso 3 - $\alpha=0.5$ en el cual notamos que el desplazamiento de pórtico fuerte es mayor que el desplazamiento en centro de masa en unos 10 cm; esto nos da de notar que vamos a tener problemas de torsión en este caso y en todos los tipos de suelo.

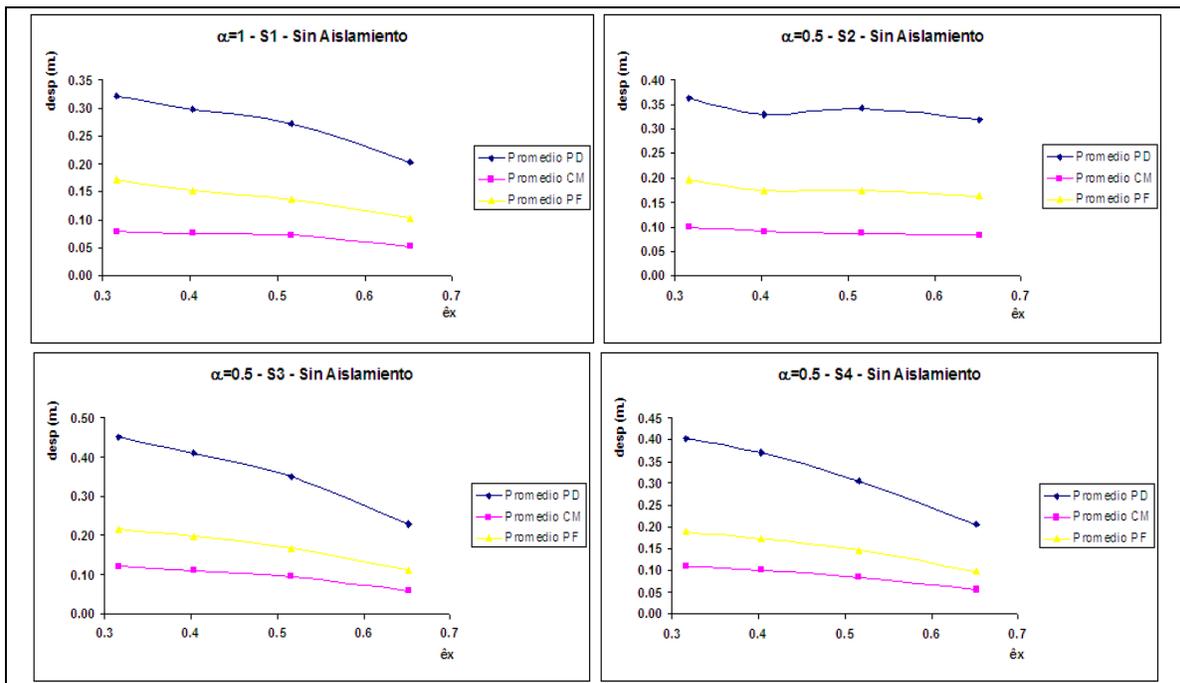


Figura 3.33 Desplazamientos laterales para Caso 3 – $\alpha=0.5$ en los cuatro tipos de suelo.

3.7.6.4 Caso 4 - $\alpha = 0.625$

En la figura 3.34 tenemos los valores de los factores de amplificación torsional para el Caso 4; estos valores para pórtico débil están entre 2 y 2.5; mientras que para pórtico fuerte están entre 0.0 y 0.5; la tendencia de estos valores es similar a la del Caso 3 ya que el valor de la relación de luces de losa no es muy distante al Caso 3 que es 0.5.

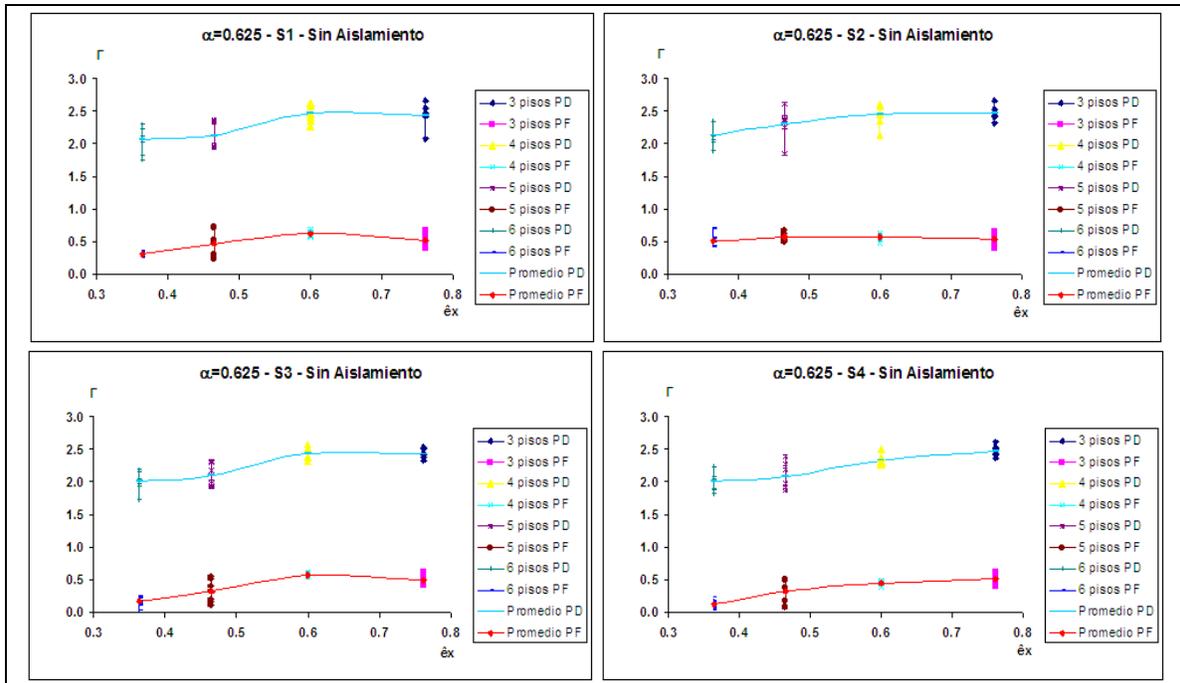


Figura 3.34 Factores de Amplificación Torsional para Caso 4 – $\alpha=0.625$ en los cuatro tipos de suelo.

En la figura 3.35 se muestran los desplazamientos para las estructuras del Caso 4 – $\alpha=0.625$; y se presenta la misma tendencia que para el Caso 3 en el cual los desplazamientos del pórtico fuerte son mayores que los desplazamientos del centro de masas, este fenómeno causa la falla por torsión de la estructura, además se debe tomar en cuenta que a medida que aumenta el número de pisos también aumentan los valores de los desplazamientos.

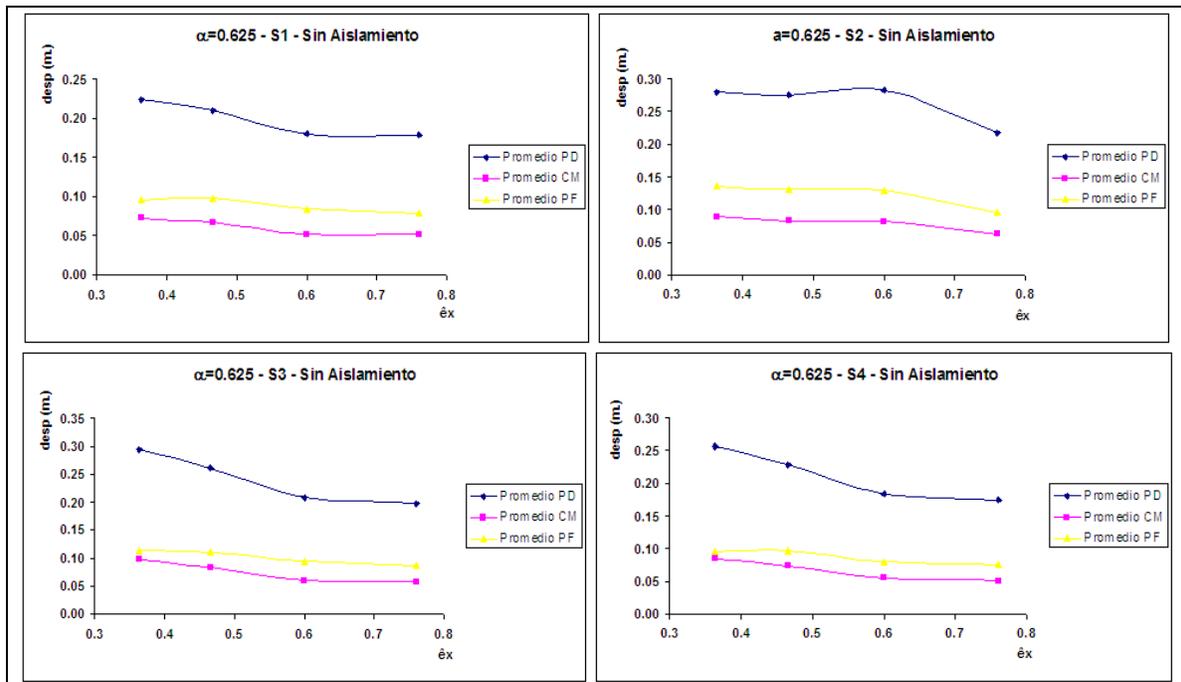


Figura 3.35 Desplazamientos laterales para Caso 4 – $\alpha=0.625$ en los cuatro tipos de suelo.

3.7.6.2 Caso 5 - $\alpha = 0.83$

En la figura 3.36 se indican los valores del último caso de análisis que es el Caso 5 – $\alpha=0.833$; en los cuales los valores promedio de los factores de amplificación torsional tiene tendencia similar a los valores obtenidos para el Caso 1; ya que esta estructura es casi cuadrada al tener 0.83 como valor de la relación de luz de losa.

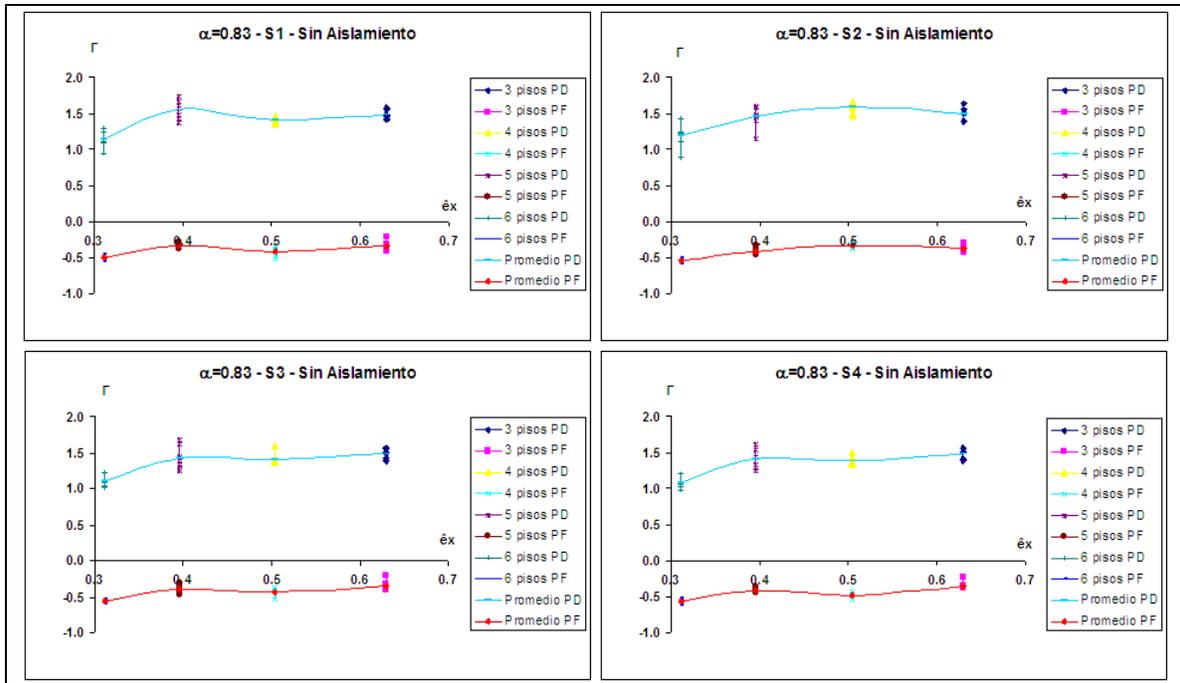


Figura 3.36 Factores de Amplificación Torsional para Caso 5 – $\alpha=0.83$ en los cuatro tipos de suelo.

En la figura 3.37 se indican los desplazamientos del último caso de análisis de las estructuras y observamos que la tendencia de los desplazamientos es similar a la del Caso 1; pero con la diferencia que para este caso son menores a las del Caso 1, lo que demuestra que las estructuras con forma cuadrada o casi cuadradas pueden funcionar correctamente en caso de existir riesgo sísmico sin descartar por supuesto fallas en la estructura.

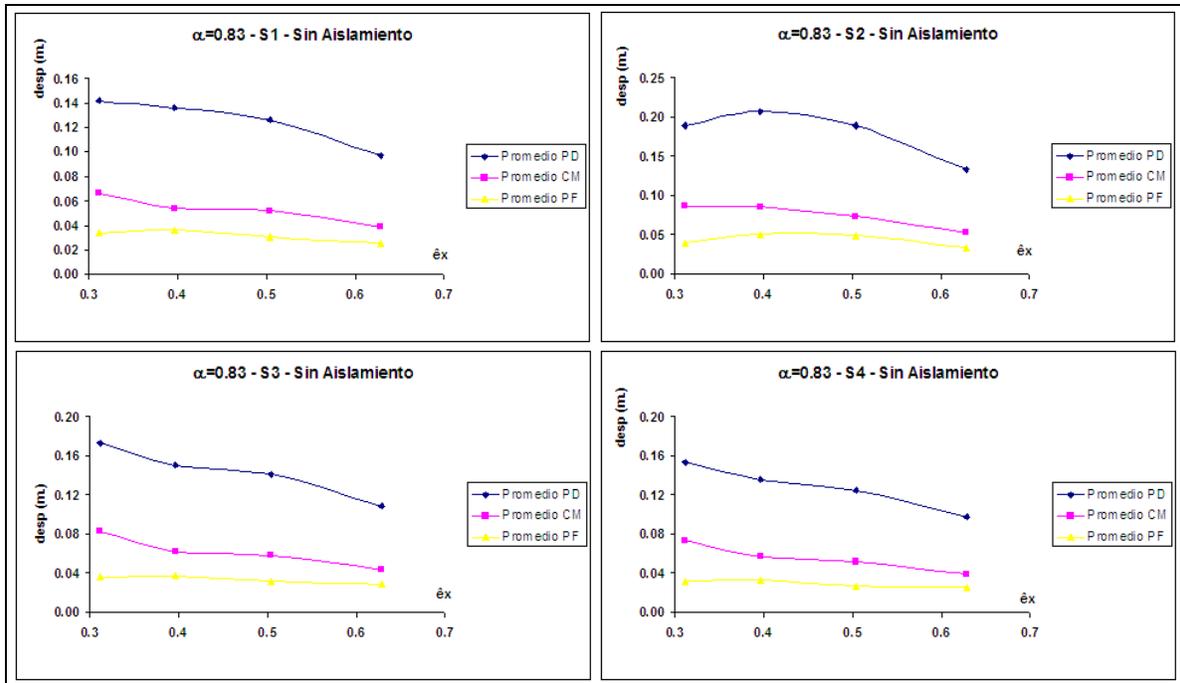


Figura 3.37 Desplazamientos laterales para Caso 5 – $\alpha=0.83$ en los cuatro tipos de suelo.

En edificios abiertos, con plantas cuadrada $\alpha = 1$, o similares los desplazamientos laterales en el pórtico fuerte son menores a los desplazamientos del CM., y estos valores van creciendo hasta que los desplazamientos del pórtico fuerte son parecidos a los desplazamientos del CM., para $\alpha = 0.67$.

Para valores de α menores a 0.67 los desplazamientos del pórtico fuerte son mayores a los desplazamientos del CM.

Mientras más alargada es la forma en planta del edificio, caso de $\alpha = 0.5$ el problema de la torsión estática es más grave ya que existe amplificación de los desplazamientos tanto para el pórtico fuerte como para el pórtico débil.