

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**ESTUDIO DE LA DENSIDAD DE MUROS DE CORTE
PARA EL CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS EN
EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ALI PERCY FLORES SORIANO

LIMA-PERU

Digitalizado por:

2008

“En primer lugar le doy gracias a Dios por darme la vida y aprender de los errores que esta trae consigo, por lo que dedico este trabajo a mis padres rogelio y noemí por su ardua labor en conseguir la profesión que anhelaba desde que era muy pequeño, a mis hermanos y sobrinos por su cariño incondicional, a mis profesores por compartir sus enseñanzas, a mi tío oscar que aunque ya no este con nosotros se que estará muy contento y por supuesto a mi compañera de toda la vida mi esposa rosita por su apoyo y paciencia logramos terminar el presente trabajo”

Contenido

RESUMEN	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS	2
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SIMBOLOS Y FIGURAS	13
INTRODUCCION	16
I. ANALISIS SISMICO EN EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO	
1.1 EFECTOS SISMICOS EN LOS EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO	18
1.1.1 DAÑOS ESTRUCTURALES MAS COMUNES	19
1.2 CRITERIOS DE DISEÑO SISMICO DE LA NORMA TECNICA DE EDIFICACION E.030	20
1.3 EDIFICIOS SUJETOS A FUERZAS LATERALES CON SISTEMA DE ESTRUCTURAS CON MUROS DE CORTE	26
1.3.1 METODO DE LA COLUMNA ANCHA	26
1.3.2 METODO DEL ELEMENTO FINITO	27

1.4	ANALISIS TRIDIMENSIONAL UTILIZANDO DIAFRAGMAS RIGIDOS, ANALISIS DINAMICO ESPACIAL CON EL SAP2000	29
1.4.1	DIAFRAGMAS RIGIDOS EN PLANTA	30
1.4.2	ANALISIS DINAMICO ESPACIAL CON EL SAP2000	30
II.	DESCRIPCION DE LOS MODELOS DE ESTRUCTURAS ANALIZADAS	
2.1	CRITERIOS DE ESTRUCTURACION UTILIZADOS EN LA CONFIGURACION EN EDIFICIOS DE 4, 8, 12, 16 Y 20 PISOS	33
2.1.1	PESO	34
2.1.2	FORMA EN PLANTA DEL EDIFICIO	34
2.1.3	FORMA EN ELEVACION DEL EDIFICIO	35
2.1.4	ESTRUCTURACION DE LOS EDIFICIOS	36
2.2	PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS Y COLUMNAS, CALCULO DE MASAS, TIPOS Y UBICACIÓN DE LOS MUROS DE CORTE EN PLANTA	37
2.2.1	PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS Y COLUMNAS, CALCULO DE MASAS	37
2.2.2	TIPOS Y UBICACIÓN DE LOS MUROS DE CORTE EN PLANTA	41
III.	ANALISIS SISMICO A LAS ESTRUCTURAS EN ESTUDIO	
3.1	CARACTERISTICAS DINAMICAS EMPLEADAS EN EL ANALISIS SISMICO, ESPECTRO DE DISEÑO	45
3.1.1	ANALISIS SISMICO ESTATICO	45
3.1.2	ANALISIS SISMICO DINAMICO	47
3.2	PROCEDIMIENTO Y APLICACIÓN DEL ANALISIS SISMICO ESTATICO Y DINAMICO A LAS ESTRUCTURAS EN ESTUDIO	52

3.3	RESULTADOS QUE INTERVIENEN EN EL ESTUDIO DE LA DENSIDAD DE LOS MUROS DE CORTE	107
IV.	INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS, GRAFICAS Y COMPARACIONES	
4.1	PARAMETROS UTILIZADOS EN EL COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD DE LOS MUROS DE CORTE	116
4.2	COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS SEGÚN LAS CURVA ESTUDIADA F2	120
4.3	COMPARACION ENTRE LA CURVA F2 Y EL COMPORTAMIENTO REAL DE LAS ESTRUCTURAS	150
4.4	DEFINICION DEL COMPORTAMIENTO OPTIMO DE LA CURVA QUE RELACIONA LA DENSIDAD DE LOS MUROS DE CORTE CON EL AREA TRIBUTARIA A LOS MUROS EN AMBAS DIRECCIONES	203
	CONCLUSIONES	224
	RECOMENDACIONES	229
	BIBLIOGRAFIA	232
	ANEXOS	233

Resumen

La presente tesis analiza el efecto de la densidad de los muros de corte para el control de los desplazamientos en edificios de concreto armado, el cual nos brinda una aproximación del área de los muros a emplear y que ubicación de estos en la planta es la más recomendable, todo esto con el fin de que los desplazamientos laterales de la estructura no se excedan a lo estipulado en la Norma Técnica de Edificación. Es que las columnas en su conjunto, no deben de absorber todas las fuerzas cortantes que aparecen debido al sismo, entonces es necesario agregar muros de corte que tomen la mayor parte de estas fuerzas cortantes y así poder controlar tanto los desplazamientos originados por el sismo y la resistencia de toda la estructura. El objetivo principal de este trabajo es determinar la curva que relaciona la densidad de los muros de corte con respecto al área tributaria al muro, de manera que se pueda controlar dichos desplazamientos de una estructura originados por el sismo, realizando varios tanteos para hallar las dimensiones óptimas de los muros en ambas direcciones, o sea que cada vez que se cambien las dimensiones de este elemento, se tiene que realizar otra vez el análisis sísmico a la estructura y así sucesivamente hasta encontrar las dimensiones de los muros que controlen los desplazamientos. Este estudio comprende el análisis dinámico de edificios de concreto armado con columnas y muros, en donde predomina la presencia de muros estructurales que toman por lo menos el 80% de la cortante basal, y que involucra edificios de plantas simétricas de 3 paños en ambas direcciones, donde los paños tendrán luces de 4, 5 y 6 metros para cada planta y los edificios tendrán una altura de 4, 8, 12, 16 y 20 pisos de altura por planta respectivamente.

LISTA DE CUADROS:

Cuadro de resúmenes con los resultados obtenidos del análisis estático y dinámico realizado a las estructuras en estudio, conteniendo principalmente desplazamientos laterales, área de muros y columnas, los títulos de estos cuadros son:

- * Estructuras de 4 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo IV.
- * Estructuras de 4 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo I.
- * Estructuras de 4 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo ICA.
- * Estructuras de 4 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo II.
- * Estructuras de 4 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo III.
- * Estructuras de 8 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo IV.
- * Estructuras de 8 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo I.
- * Estructuras de 8 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo ICA.
- * Estructuras de 8 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo II.
- * Estructuras de 8 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo III.
- * Estructuras de 12 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo IV.
- * Estructuras de 12 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo I.
- * Estructuras de 12 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo ICA.
- * Estructuras de 12 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo II.

- * Estructuras de 12 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo III.
- * Estructuras de 16 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo IV.
- * Estructuras de 16 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo I.
- * Estructuras de 16 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo ICA.
- * Estructuras de 16 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo II.
- * Estructuras de 16 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo III.
- * Estructuras de 20 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo IV.
- * Estructuras de 20 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo I.
- * Estructuras de 20 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo ICA.
- * Estructuras de 20 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo II.
- * Estructuras de 20 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, altura de entrepiso $h_i=3m$, planta Tipo III.

Cuadro de resúmenes con los resultados para cada área de planta constante y altura variable respectivamente, anotando el área utilizada correspondiente de los muros de corte, los títulos de estos cuadros son:

- * Planta TIPO I ($L_n = 4m$; $h = 3.00m$)
- * Planta TIPO I ($L_n = 5m$; $h = 3.00m$)
- * Planta TIPO I ($L_n = 6m$; $h = 3.00m$)
- * Planta TIPO ICA ($L_n = 4m$; $h = 3.00m$)
- * Planta TIPO ICA ($L_n = 5m$; $h = 3.00m$)
- * Planta TIPO ICA ($L_n = 6m$; $h = 3.00m$)
- * Planta TIPO II ($L_n = 4m$; $h = 3.00m$)

- * Planta TIPO II ($L_n = 5\text{m}$; $h = 3.00\text{m}$)
- * Planta TIPO II ($L_n = 6\text{m}$; $h = 3.00\text{m}$)
- * Planta TIPO III ($L_n = 4\text{m}$; $h = 3.00\text{m}$)
- * Planta TIPO III ($L_n = 5\text{m}$; $h = 3.00\text{m}$)
- * Planta TIPO III ($L_n = 6\text{m}$; $h = 3.00\text{m}$)

LISTA DE FIGURAS:

CAPITULO I

- * Fig. 1.1: Modelo de una estructura con muros.
- * Fig. 1.2: Modelo de un esquema estructural para aplicar el método de la Columna ancha.
- * Fig. 1.3: Modelo de una malla de elementos finitos.

CAPITULO II

- * Fig. 2.1: Planta de ubicación del tipo I.
- * Fig. 2.2: Planta de ubicación del tipo ICA.
- * Fig. 2.3: Planta de ubicación del tipo II.
- * Fig. 2.4: Planta de ubicación del tipo III.
- * Fig. 2.5: Planta de ubicación del tipo IV.

CAPITULO III

- * Fig. 3.1: Grafica del espectro de diseño.
- * Fig. 3.2: Planta tipo IV, área 144 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.3: Planta tipo IV, área 225 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.4: Planta tipo IV, área 324 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.5: Planta tipo I, área 144 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.6: Planta tipo I, área 225 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.7: Planta tipo I, área 324 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.8: Planta tipo ICA, área 144 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.9: Planta tipo ICA, área 225 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.10: Planta tipo ICA, área 324 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.11: Planta tipo II, área 144 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.12: Planta tipo II, área 225 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.13: Planta tipo II, área 324 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.14: Planta tipo III, área 144 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.15: Planta tipo III, área 225 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.16: Planta tipo III, área 324 m^2 y altura de 4 pisos.
- * Fig. 3.17: Planta tipo IV, área 144 m^2 y altura de 8 pisos.

- * Fig. 3.18: Planta tipo IV, área 225 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.19: Planta tipo IV, área 324 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.20: Planta tipo I, área 144 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.21: Planta tipo I, área 225 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.22: Planta tipo I, área 324 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.23: Planta tipo ICA, área 144 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.24: Planta tipo ICA, área 225 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.25: Planta tipo ICA, área 324 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.26: Planta tipo II, área 144 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.27: Planta tipo II, área 225 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.28: Planta tipo II, área 324 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.29: Planta tipo III, área 144 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.30: Planta tipo III, área 225 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.31: Planta tipo III, área 324 m² y altura de 8 pisos.
- * Fig. 3.32: Planta tipo IV, área 144 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.33: Planta tipo IV, área 225 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.34: Planta tipo IV, área 324 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.35: Planta tipo I, área 144 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.36: Planta tipo I, área 225 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.37: Planta tipo I, área 324 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.38: Planta tipo ICA, área 144 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.39: Planta tipo ICA, área 225 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.40: Planta tipo ICA, área 324 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.41: Planta tipo II, área 144 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.42: Planta tipo II, área 225 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.43: Planta tipo II, área 324 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.44: Planta tipo III, área 144 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.45: Planta tipo III, área 225 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.46: Planta tipo III, área 324 m² y altura de 12 pisos.
- * Fig. 3.47: Planta tipo IV, área 144 m² y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.48: Planta tipo IV, área 225 m² y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.49: Planta tipo IV, área 324 m² y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.50: Planta tipo I, área 144 m² y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.51: Planta tipo I, área 225 m² y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.52: Planta tipo I, área 324 m² y altura de 16 pisos.

- * Fig. 3.53: Planta tipo ICA, área 144 m^2 y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.54: Planta tipo ICA, área 225 m^2 y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.55: Planta tipo ICA, área 324 m^2 y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.56: Planta tipo II, área 144 m^2 y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.57: Planta tipo II, área 225 m^2 y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.58: Planta tipo II, área 324 m^2 y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.59: Planta tipo III, área 144 m^2 y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.60: Planta tipo III, área 225 m^2 y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.61: Planta tipo III, área 324 m^2 y altura de 16 pisos.
- * Fig. 3.62: Planta tipo IV, área 144 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.63: Planta tipo IV, área 225 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.64: Planta tipo IV, área 324 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.65: Planta tipo I, área 144 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.66: Planta tipo I, área 225 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.67: Planta tipo I, área 324 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.68: Planta tipo ICA, área 144 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.69: Planta tipo ICA, área 225 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.70: Planta tipo ICA, área 324 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.71: Planta tipo II, área 144 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.72: Planta tipo II, área 225 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.73: Planta tipo II, área 324 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.74: Planta tipo III, área 144 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.75: Planta tipo III, área 225 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.76: Planta tipo III, área 324 m^2 y altura de 20 pisos.
- * Fig. 3.77: Grafica Cortante Estático (V_e) Vs. Cortante Dinámico (V_d) Para la Planta Tipo III ($A_p= 225\text{m}^2$)

CAPITULO IV

- * Fig. 4.1: Esquema del cálculo del área tributaria para plantas del Tipo I.
- * Fig. 4.2: Esquema del cálculo del área tributaria para plantas del Tipo ICA.
- * Fig. 4.3: Esquema del cálculo del área tributaria para plantas del Tipo II.
- * Fig. 4.4: Esquema del cálculo del área tributaria para plantas del Tipo III.
- * Fig. 4.5: Grafica de la Curva F2 en el eje x para plantas del tipo I.
- * Fig. 4.6: Grafica de la Curva F2 en el eje y para plantas del tipo I.

- * Fig. 4.7: Grafica de la Curva interpolada para un edificio de 14 pisos.
- * Fig. 4.8: Grafica de la Curva F2 en el eje x para plantas del tipo ICA.
- * Fig. 4.9: Grafica de la Curva F2 en el eje y para plantas del tipo ICA.
- * Fig. 4.10: Grafica de la Curva F2 en el eje x para plantas del tipo II.
- * Fig. 4.11: Grafica de la Curva F2 en el eje y para plantas del tipo II.
- * Fig. 4.12: Grafica de la Curva F2 en el eje x para plantas del tipo III.
- * Fig. 4.13: Grafica de la Curva F2 en el eje y para plantas del tipo III.
- * Fig. 4.14: Esquema de la planta tipo I para un edificio de 5 pisos de altura.
- * Fig. 4.15: Esquema de la planta tipo I para un edificio de 10 pisos de altura.
- * Fig. 4.16: Esquema de la planta tipo I para un edificio de 14 pisos de altura.
- * Fig. 4.17: Esquema de la planta tipo I para un edificio de 19 pisos de altura.
- * Fig. 4.18: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje x (1ra prueba).
- * Fig. 4.19: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje y (1ra prueba).
- * Fig. 4.20: Esquema de la planta tipo I para un edificio de 7 pisos de altura.
- * Fig. 4.21: Esquema de la planta tipo I para un edificio de 13 pisos de altura.
- * Fig. 4.22: Esquema de la planta tipo I para un edificio de 17 pisos de altura.
- * Fig. 4.23: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje x (2da prueba).
- * Fig. 4.24: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje y (2da prueba).
- * Fig. 4.25: Esquema de la planta tipo I para un edificio de 11 pisos de altura.
- * Fig. 4.26: Esquema de la planta tipo I para un edificio de 15 pisos de altura.
- * Fig. 4.27: Esquema de la planta tipo I para un edificio de 19 pisos de altura.
- * Fig. 4.28: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje x (3ra prueba).
- * Fig. 4.29: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje y (3ra prueba).
- * Fig. 4.30: Esquema de la planta tipo ICA para un edificio de 5 pisos de altura.
- * Fig. 4.31: Esquema de la planta tipo ICA para un edificio de 10 pisos de altura.
- * Fig. 4.32: Esquema de la planta tipo ICA para un edificio de 14 pisos de altura.
- * Fig. 4.33: Esquema de la planta tipo ICA para un edificio de 19 pisos de altura.
- * Fig. 4.34: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo ICA en el eje x (1ra prueba).

- * Fig. 4.35: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo ICA en el eje y (1ra prueba).
- * Fig. 4.36: Esquema de la planta tipo ICA para un edificio de 7 pisos de altura.
- * Fig. 4.37: Esquema de la planta tipo ICA para un edificio de 13 pisos de altura.
- * Fig. 4.38: Esquema de la planta tipo ICA para un edificio de 17 pisos de altura.
- * Fig. 4.39: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo ICA en el eje x (2da prueba).
- * Fig. 4.40: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo ICA en el eje y (2da prueba).
- * Fig. 4.41: Esquema de la planta tipo ICA para un edificio de 11 pisos de altura.
- * Fig. 4.42: Esquema de la planta tipo ICA para un edificio de 15 pisos de altura.
- * Fig. 4.43: Esquema de la planta tipo ICA para un edificio de 19 pisos de altura.
- * Fig. 4.44: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo ICA en el eje x (3ra prueba).
- * Fig. 4.45: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo ICA en el Eje y (3ra prueba).
- * Fig. 4.46: Esquema de la planta tipo II para un edificio de 5 pisos de altura.
- * Fig. 4.47: Esquema de la planta tipo II para un edificio de 10 pisos de altura.
- * Fig. 4.48: Esquema de la planta tipo II para un edificio de 14 pisos de altura.
- * Fig. 4.49: Esquema de la planta tipo II para un edificio de 19 pisos de altura.
- * Fig. 4.50: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II en el eje x (1ra prueba).
- * Fig. 4.51: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II en el eje y (1ra prueba).
- * Fig. 4.52: Esquema de la planta tipo II para un edificio de 7 pisos de altura.
- * Fig. 4.53: Esquema de la planta tipo II para un edificio de 13 pisos de altura.
- * Fig. 4.54: Esquema de la planta tipo II para un edificio de 17 pisos de altura.
- * Fig. 4.55: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II en el eje x (2da prueba).
- * Fig. 4.56: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II en el Eje y (2da prueba).
- * Fig. 4.57: Esquema de la planta tipo II para un edificio de 11 pisos de altura.
- * Fig. 4.58: Esquema de la planta tipo II para un edificio de 15 pisos de altura.
- * Fig. 4.59: Esquema de la planta tipo II para un edificio de 19 pisos de altura.

- * Fig. 4.60: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II en el eje x (3ra prueba).
- * Fig. 4.61: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II en el eje y (3ra prueba).
- * Fig. 4.62: Esquema de la planta tipo IICA para un edificio de 5 pisos de altura.
- * Fig. 4.63: Esquema de la planta tipo IICA para un edificio de 10 pisos de altura.
- * Fig. 4.64: Esquema de la planta tipo IICA para un edificio de 14 pisos de altura.
- * Fig. 4.65: Esquema de la planta tipo IICA para un edificio de 19 pisos de altura.
- * Fig. 4.66: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo IICA en el eje x (1ra prueba).
- * Fig. 4.67: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo IICA en el eje y (1ra prueba).
- * Fig. 4.68: Esquema de la planta tipo IICA para un edificio de 7 pisos de altura.
- * Fig. 4.69: Esquema de la planta tipo IICA para un edificio de 13 pisos de altura.
- * Fig. 4.70: Esquema de la planta tipo IICA para un edificio de 17 pisos de altura.
- * Fig. 4.71: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo IICA en el eje x (2da prueba).
- * Fig. 4.72: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo IICA en el eje y (2da prueba).
- * Fig. 4.73: Esquema de la planta tipo IICA para un edificio de 11 pisos de altura.
- * Fig. 4.74: Esquema de la planta tipo IICA para un edificio de 15 pisos de altura.
- * Fig. 4.75: Esquema de la planta tipo IICA para un edificio de 19 pisos de altura.
- * Fig. 4.76: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo IICA en el eje x (3ra prueba).
- * Fig. 4.77: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo IICA en el eje y (3ra prueba).

- * Fig. 4.78: Esquema de la planta tipo III para un edificio de 5 pisos de altura.
- * Fig. 4.79: Esquema de la planta tipo III para un edificio de 10 pisos de altura.
- * Fig. 4.80: Esquema de la planta tipo III para un edificio de 14 pisos de altura.
- * Fig. 4.81: Esquema de la planta tipo III para un edificio de 19 pisos de altura.
- * Fig. 4.82: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje x (1ra prueba).
- * Fig. 4.83: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje y (1ra prueba).
- * Fig. 4.84: Esquema de la planta tipo III para un edificio de 7 pisos de altura.
- * Fig. 4.85: Esquema de la planta tipo III para un edificio de 13 pisos de altura.
- * Fig. 4.86: Esquema de la planta tipo III para un edificio de 17 pisos de altura.
- * Fig. 4.87: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje x (2da prueba).
- * Fig. 4.88: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje y (2da prueba).
- * Fig. 4.89: Esquema de la planta tipo III para un edificio de 11 pisos de altura.
- * Fig. 4.90: Esquema de la planta tipo III para un edificio de 15 pisos de altura.
- * Fig. 4.91: Esquema de la planta tipo III para un edificio de 19 pisos de altura.
- * Fig. 4.92: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje x (3ra prueba).
- * Fig. 4.93: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje y (3ra prueba).
- * Fig. 4.94: Esquema de la planta tipo IIICA para un edificio de 5 pisos de altura.
- * Fig. 4.96: Esquema de la planta tipo IIICA para un edificio de 10 pisos de altura.
- * Fig. 4.96: Esquema de la planta tipo IIICA para un edificio de 14 pisos de altura.
- * Fig. 4.97: Esquema de la planta tipo IIICA para un edificio de 19 pisos de altura.
- * Fig. 4.98: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo IIICA en el eje x (1ra prueba).
- * Fig. 4.99: Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo IIICA en el eje y (1ra prueba).
- * Fig. 4.100: Esquema de la planta tipo IIICA para un edificio de 7 pisos de altura.

- * Fig. 4.101: Esquema de la planta tipo IIIICA para un edificio de 13 pisos de altura.
- * Fig. 4.102: Esquema de la planta tipo IIIICA para un edificio de 17 pisos de altura.
- * Fig. 4.103: Grafica de comparación entre $F2$ vs R para plantas del tipo IIIICA en el eje x (2da prueba).
- * Fig. 4.104: Grafica de comparación entre $F2$ vs R para plantas del tipo IIIICA en el eje y (2da prueba).
- * Fig. 4.105: Esquema de la planta tipo IIIICA para un edificio de 11 pisos de altura.
- * Fig. 4.106: Esquema de la planta tipo IIIICA para un edificio de 15 pisos de altura.
- * Fig. 4.107: Esquema de la planta tipo IIIICA para un edificio de 19 pisos de altura.
- * Fig. 4.108: Grafica de comparación entre $F2$ vs R para plantas del tipo IIIICA en el eje x (3ra prueba).
- * Fig. 4.109: Grafica de comparación entre $F2$ vs R para plantas del tipo IIIICA en el eje y (3ra prueba).
- * Fig. 4.110: Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo I en la dirección del eje X .
- * Fig. 4.111: Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo I en la dirección del eje Y .
- * Fig. 4.112: Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo ICA en la dirección del eje X .
- * Fig. 4.113: Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo ICA en la dirección del eje Y .
- * Fig. 4.114: Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo II en la dirección del eje X .
- * Fig. 4.115: Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo II en la dirección del eje Y .
- * Fig. 4.116: Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo III en la dirección del eje X .
- * Fig. 4.117: Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo III en la dirección del eje Y .

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS:

- H: altura del edificio
- e: excentricidad en ambas direcciones
- L: longitud menor en planta
- s/c: sobrecarga del edificio para oficinas
- s/ac: sobrecarga en la azotea
- Pac: peso de acabado de piso
- Ptm: peso de tabaquería móvil
- Ln: luz libre del elemento
- b: base de la sección transversal
- h: altura de la sección transversal
- B: ancho tributario al elemento
- n: número de pisos
- H: altura del edificio
- pal: peso de la losa aligerada
- pci: peso que soporta dicha columna
- Ai: área tributaria a dicha columna
- Wi: peso del entrepiso "i"
- mi: masa del entrepiso "i"
- hi: altura del entrepiso "i"
- c: ancho de columna
- d: peralte de columna
- Pem: peso específico del muro perimetral si es que hubiese
- Imp: longitud del muro perimetral si es que hubiese
- asc: área de la caja de ascensor en planta
- mcx: longitud total de los muros de corte en el eje x
- mcy: longitud total de los muros de corte en el eje y
- emx: espesor de los muros de corte en el eje x
- emy: espesor de los muros de corte en el eje y
- Tipo I (TI) : planta con muros ubicados simétricamente en las esquinas de la planta, en ambas direcciones del tipo "L", sin la presencia de caja de ascensores.

Tipo I CA (*TICA*) : planta con muros ubicados en las esquinas de la planta, en ambas direcciones tipo "L", con la presencia de caja de ascensores tipo "E" ubicada en la parte central de la planta haciendo coincidir su baricentro con el centro de masa de la planta.

Tipo II (*TII*) : planta con muros ubicados simétricamente en la parte central de los costados del perímetro de la planta, en ambas direcciones, sin la presencia de caja de ascensores.

Tipo III (*TIII*) : planta con muros ubicados simétricamente en la parte central de los costados del perímetro y esquinas de la planta, en ambas direcciones, sin la presencia de caja de ascensores.

Tipo IV (*TIV*) : planta sin muros, solo presentan columnas ubicadas simétricamente en ambas direcciones

T : periodo fundamental

Z : factor de zona

U : coeficiente de uso o importancia

C : factor de amplificación sísmica

S : factor de suelo

P : peso total del edificio.

R : coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas

T_P : periodo que depende del tipo de suelo

Δtr : área transversal resistente

A_p : área de la planta en estudio

A_{mt} : área total de los muros de corte en planta

Δr_{max} : desplazamiento relativo máximo de la estructura

V_d : cortante dinámico en la base de la estructura

V_e : cortante estático en la base de la estructura

ΔRNC : desplazamiento permisible de la estructura

T_d : periodo fundamental del análisis dinámico

T_e : periodo fundamental del análisis estático

ex_1 : excentricidad dinámica de la planta de 144m² de área en el eje x (m)

ex_2 : excentricidad dinámica de la planta de 225m² de área en el eje x (m)

ex_3 : excentricidad dinámica de la planta de 324m² de área en el eje x (m)

- N : número de pisos de la estructura
- h : altura de entrepiso
- L_n : longitud de la luz de los vanos
- A_p : área de la planta
- A_{mx} : área efectiva de los muros de corte en el eje x
- A_{my} : área efectiva de los muros de corte en el eje y
- A_{mt} : área efectiva total de los muros de corte en ambos ejes
- A_t : área tributaria correspondiente al muro
- N : número de pisos de la estructura
- A_{mx} : área efectiva de los muros de corte en el eje x
- A_{my} : área efectiva de los muros de corte en el eje y

Introducción

Se conoce que en la práctica del diseño sismorresistente de estructuras, se busca una configuración estructural óptima del edificio, con el fin de obtener un buen comportamiento de la estructura durante un evento sísmico, esto lleva a que se invierta demasiado tiempo en procesos de análisis y dimensionamiento de los elementos estructurales. El presente trabajo tiene como objetivo tratar de disminuir el tiempo que se invierte en los procesos de dimensionamiento de los elementos estructurales, la cual proporciona algunos procesos que ayudan al cálculo de las dimensiones iniciales de los muros de corte ubicados en el perímetro de la planta. Esto hace que en la práctica se deje de realizar varios tanteos para hallar las dimensiones de los muros en ambas direcciones, para un edificio que cumpla cierta característica en su configuración, todo esto siguiendo las condiciones y referencias que establece la norma peruana de diseño sismorresistente. La configuración en planta y elevación de las estructuras analizadas han sido del tipo simétricas y/o regulares, con presencia de muros de corte en las esquinas (tipo L), en los costados de la parte central del perímetro de la planta y combinaciones de estas dos, siendo la presencia de los muros significativa con respecto a las columnas como elemento resistente a sismos. Los muros estructurales ubicados en una planta, son más eficientes comparándolas con una planta con solo columnas, la presencia de solamente columnas en una planta hace que la estructuras sea muy flexibles, haciéndose difícil mantener los desplazamientos dentro de los límites que nos exige la norma, entonces dichas columnas serán cada vez más robustas, esto hace que el sistema con muros estructurales se este usando cada vez más, obteniendo una estructura con mayor rigidez y resistencia ante cargas laterales. Cabe señalar que solo se ha analizado estructuras simétricas en planta, ubicando los muros en el perímetro de dicha planta, inclusive con la presencia de una caja de ascensores tipo "E" en la parte central de la planta haciendo coincidir sus centros geométricos. La razón de elegir el estudio de estas plantas simétricas, es que todos los comprometidos en el diseño sismorresistente, siempre tratan de llegar a configurar una estructura lo mas simétricamente posible y aunque en el diseño

real es difícil de encontrar es lo que se busca, por lo cual este trabajo nos da cierta información del comportamiento que sigue una estructura regular y simétrica, con presencia de muros ubicados de tal forma que se minimice las vibraciones torsionales en planta. Se espera indudablemente que el aporte de este trabajo sea de gran ayuda para nuestros colegas, en conseguir minimizar el tiempo que se emplea en el predimensionamiento de los muros estructurales, para estructuras de plantas simétricas.

CAPITULO I

Análisis Sísmico en Edificios de Concreto Armado

Todos los edificios de concreto armado deben de ser analizados por algún método de análisis sísmico, ya que estos son afectados por el movimiento sísmico transmitidos a través del suelo, por lo que si no se realiza este análisis las estructuras estarán expuestas a daños severos en toda o gran parte de sus elementos que lo conforman.

1.1 EFECTOS SISMICOS EN LOS EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO

Los edificios son afectados por el movimiento sísmico que son transmitidos a través del suelo, por inercia la masa del edificio se opone al movimiento de su base que tiende a seguir el movimiento del suelo, generándose así las fuerzas de inercia, estas fuerzas son las que ponen en riesgo a la seguridad de la estructura. El movimiento del suelo consta de vibraciones horizontales y verticales, las primeras son las más críticas y que son las únicas consideradas en este estudio. La flexibilidad de la estructura ante el efecto de las fuerzas de inercia hace que esta vibre en forma distinta a la del suelo mismo, las fuerzas que se inducen en la estructura no son función solamente de la intensidad del movimiento del suelo, sino dependen en forma preponderante de las propiedades de la estructura misma. Por una parte las fuerzas son proporcionales a la masas del edificio y por otra son función de algunas propiedades dinámicas que definen su forma de vibrar. Los movimientos del suelo son amplificados en forma importante por la vibración de la estructura, de manera que las aceleraciones que se presentan en la misma llegan a ser varias

veces superiores a las del terreno. El grado de amplificación depende del amortiguamiento propio de la edificación y de la relación entre el periodo de la estructura y el periodo dominante del suelo. De esta manera cuando los movimientos del suelo son bruscos con predominio de ondas de periodo corto, resultan mas afectadas las construcciones rígidas y pesadas. Cuando el movimiento del terreno es lento, con periodos dominantes largos, es en las estructuras altas y flexibles donde se amplifican las vibraciones, y se generan aceleraciones más elevadas y por ende fuerzas de inercia mayores. Las fuerzas de inercia que se generan por la vibración en los lugares donde se encuentran las masas del edificio se transmiten a través de la estructura por trayectorias que dependen de la configuración estructural, estas fuerzas generan esfuerzos y deformaciones que pueden poner en peligro la estabilidad de la construcción. Pueden resultar críticas estas fuerzas en las uniones entre los elementos estructurales, las fuerzas cortantes en las columnas y la transmisión de estas fuerzas a la cimentación. Las estructuras que resisten efectos sísmicos tienen una propiedad importante llamada ductilidad, esta ductilidad elimina la posibilidad de una falla del tipo frágil además de proporcionar amortiguamiento a toda la estructura, es por eso que una parte importante del diseño sísmico consiste en proporcionar a la estructura, además de la resistencia necesaria, la mayor ductilidad posible.

1.1.1 DAÑOS ESTRUCTURALES MÁS COMUNES

La causa mas frecuente de colapso de los edificios es la insuficiente resistencia a carga lateral de los elementos verticales de soporte de la estructura como muros y columnas. El flujo de las fuerzas de inercia desde las partes superiores hacia la cimentación, genera fuerzas cortantes crecientes hacia los pisos inferiores de la estructura las cuales deben ser resistidas por los elementos verticales. Un requisito básico para una adecuada resistencia a sismo es la existencia de un *área transversal de muros o columnas* suficiente para resistir dichas cortantes. Para un correcto comportamiento sísmico, la resistencia no es el único factor importante, la capacidad de deformación, o la ductilidad, es una propiedad que puede salvar un edificio del colapso, el detallado de las secciones para evitar una falla frágil y proporcionar capacidad de deformación es un aspecto básico del diseño, las mayorías de las fallas en estructuras de concreto

armado están ligadas a un pobre detallado del refuerzo. Las conexiones entre los elementos estructurales que tienen la función de resistir las fuerzas sísmicas son zonas críticas para la estabilidad de la construcción, se presentan en ella con frecuencia concentraciones elevadas y condiciones complejas de esfuerzos, que han dado lugar a numerosos casos de falla. Particularmente críticas son las conexiones entre muros y losas en estructuras a base de paneles, y entre vigas y columnas en estructuras aporticadas. Las fallas en las conexiones son generalmente de tipo frágil, por lo que deben protegerse estas zonas con particular cuidado. La configuración inadecuada del sistema estructural produce una respuesta desfavorable de la estructura o un flujo de fuerzas que genera concentraciones de esfuerzos y posibles fallas locales. Por otra parte, la asimetría en la distribución en planta de los elementos resistentes causa una vibración torsional de la estructura y genera fuerzas elevadas en algunos elementos de la periferia, por lo que son numerosos los casos de falla a la torsión. La separación insuficiente entre edificios puede ocasionar un colapso, sobre todo para estructuras que se encuentren entre dos edificios, que incluso estas podrían resultar mucho más robustas que la perjudicada, es que el movimiento y la cercanía de estos hace que choquen repetidamente, incluyendo daños en los elementos resistentes de la estructura, esto se aprecia en los casos en donde se tiene un edificio de menor altura chocando con otro de mayor altura. Una solución sería introducir sistemas de amortiguación que al deformarse sean capaces de absorber estos desplazamientos horizontales y evitar el choque violento de los edificios o en todo caso prevenir una buena separación entre ambos. El diseño sísmico no debe limitarse a la protección de la estructura contra el colapso, sino debe cuidar también que, por lo menos ante sismos moderados, no se presenten daños en los elementos no estructurales, como los elementos divisorios o de fachada, los recubrimientos, los equipos e instalaciones.

1.2 CRITERIOS DE DISEÑO SISMICO DE LA NORMA TECNICA DE EDIFICACION E.030

El objetivo principal del diseño sísmico es evitar el colapso, pero aceptando daños ante un sismo excepcionalmente severo que se puede presentar durante la vida de la estructura, para sismos moderados se debe de evitar daños de

cualquier tipo. Para cumplir con el objetivo de evitar daños no estructurales ante sismos moderados, el reglamento requiere que se mantengan los desplazamientos laterales del edificio dentro de límites admisibles. Se usan los desplazamientos que se calculan para el sismo de diseño y que por tanto, no corresponden a condiciones de servicio, y se comparan con desplazamientos admisibles que son muy superiores a los que ocasionan daño no estructural. Las fuerzas sísmicas y los desplazamientos laterales son parámetros que condicionan en gran parte, los proyectos de edificación en nuestro país. Si bien la norma actual de diseño sismorresistente incluye cambios en la fuerza de diseño en relación a la norma de 1977, los cambios más importantes corresponden a la evaluación y al control de los desplazamientos laterales, como también la exigencia de que las estructuras sean cada vez más regulares y rígidas en general. El comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando las estructuras presentan simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces, un peso simplificado sobre todo en los pisos superiores, uso y selección adecuada de los materiales de construcción, resistencia adecuada de sus elementos, continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación, buena ductilidad, deformación limitada, inclusión de líneas sucesivas de resistencia, todo esto hace que la estructura tenga un buen comportamiento y resistencia ante sismos.

Los parámetros de sitio empleados para el análisis sísmico estático y dinámico, se refieren primero al factor de zona "Z" que interpreta la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Nuestro territorio nacional considera tres zonas sísmicas, cuyos valores de Z son de 0.4 para la zona 3 que pertenece aparentemente a la costa, de 0.3 para la zona 2 y de 0.15 para la zona 1.

El segundo parámetro a utilizar es del tipo de suelo, la aceleración esperada en la base rocosa del emplazamiento de una obra, se modifica al pasar por los estratos del suelo hasta llegar a la cimentación, estos cambios dependen de las características del perfil del suelo de la cimentación. Según la clasificación de los perfiles de suelo, tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, los tipos de perfiles son cuatro, que son: el perfil tipo S1 que son rocas o suelos muy rígidos cuyo valor del factor de suelo (S) es 1.0 y periodo del tipo de suelo (Tp)

es 0.4, el que sigue es el perfil tipo **S2** que son suelos intermedios cuyo valor del factor de suelo (**S**) es 1.2 y periodo del tipo de suelo (**Tp**) es 0.6, luego tenemos el perfil tipo **S3** que son suelos flexibles o con estratos de gran espesor cuyo valor del factor de suelo (**S**) es 1.4 y periodo del tipo de suelo (**Tp**) es 0.9, y por último tenemos el perfil tipo **S4** que son suelos excepcionalmente flexibles cuyo valor del factor de suelo (**S**) y periodo del tipo de suelo (**Tp**) resultan de estudios geotécnicos. Este factor "**S**" permite estimar la amplificación de las solicitaciones sísmicas respecto a la base rocosa y el parámetro "**Tp**" corresponde al extremo derecho de la plataforma horizontal del espectro de aceleraciones, en todos los casos **Tp** es mayor al periodo fundamental del perfil del suelo.

El siguiente parámetro es el factor de amplificación sísmica "**C**", este depende de las características del sitio, como el periodo del perfil del suelo (**Tp**) y el periodo predominante de la estructura (**T**), el factor de amplificación sísmica nos sirve también para confeccionar nuestro espectro de aceleraciones de diseño que se emplean para el análisis dinámico. Según la norma se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C=2.5 * (T_p / T); \text{ donde } C \leq 2.5$$

El parámetro que sigue es del coeficiente de uso e importancia (**U**), como su nombre lo dice depende del tipo de edificación a construir, se clasifican según categorías, la categoría **A** que representa a las edificaciones esenciales cuyo valor del factor **U** es 1.5, la categoría **B** representa a las edificaciones importantes cuyo valor del factor **U** es 1.3, la categoría **C** representa a las edificaciones comunes cuyo valor del factor **U** es 1.0 y la categoría **D** representa a las edificaciones menores cuyo análisis por fuerzas sísmicas son omitidas.

Respecto a la configuración estructural, las estructuras son clasificadas como regulares o irregulares, con el fin de determinar los valores adecuados del factor de reducción de fuerzas sísmicas (**R**), este factor nos permite diseñar las estructuras con fuerzas menores a las que soportarían de comportarse elásticamente durante el sismo de diseño, entonces de acuerdo con el sistema estructural a escoger presenta su respectivo coeficiente de reducción, por ejemplo para estructuras de concreto armado como pórticos el valor de **R** es de 8, para el sistema dual el valor de **R** es 7, sistemas de muros estructurales es de

6 y muros de ductilidad limitada el valor de R es 4, cabe señalar que para estructuras irregulares al valor de R se tiene que multiplicar por $\frac{3}{4}$. Estos son los parámetros a utilizar ya sea para el análisis estático o el análisis dinámico.

Para el análisis de edificios se tiene dos alternativas el estático y el dinámico, en ambos métodos la fuerza cortante en la base tiene un valor mínimo, con el fin de *garantizar una resistencia horizontal mínima en las edificaciones. Sin embargo para el cálculo de los desplazamientos laterales no hay porque tener en cuenta el valor mínimo de la fuerza cortante basal, ya que este corresponde a criterios de resistencia. Esto quiere decir que si los desplazamientos esperados multiplicados por el valor de "0.75R" se encuentran dentro de los límites tolerables, pero la cortante basal es menor que el mínimo permitido, entonces no es necesario realizar otra vez el análisis, basta con escalar los resultados de las fuerzas internas más no los desplazamientos. El primer análisis de edificios es:*

Análisis estático es empleado para edificios sin irregularidades y de baja altura, en donde el periodo fundamental (T), es el parámetro de mayor importancia en este análisis, para lo cual en cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = h_n / C_T$$

Donde el valor de h_n representa la altura total en metros del edificio y C_T el coeficiente de estimación del periodo predominante de un edificio, cuyo valor es de 35 para edificios cuyos elementos resistentes sean pórticos, de 45 para edificios de concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras, y de 60 para estructuras de mampostería y en general para los edificios de concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean fundamentalmente muros de corte. Así como se tiene esta expresión aproximada, existen otras que permiten calcular el periodo fundamental de vibración, como también se puede usar los de un análisis dinámico. La norma agrega que cuando se omiten los elementos no estructurales, debe usarse como periodo fundamental el 0.85 del valor obtenido por procedimientos dinámicos. La fuerza cortante total (V) en la base de la

estructura para cada dirección considerada se determinará con la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \quad ; \text{ donde } P \text{ es el peso total de la edificación}$$

Considerándose el siguiente valor mínimo: $C/R \geq 0.125$

En el último nivel de un edificio se le aplicará la fuerza denominada "Fa", que es una parte de la cortante total, siempre y cuando el periodo predominante T sea mayor que 0.7 s, cuyo valor se calcula así:

$$F_a = 0.07 \cdot T \cdot V \leq 0.15 \cdot V$$

El resto de la fuerza cortante o sea (V-Fa) se distribuirá entre los distintos niveles, incluyendo el último mediante la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot h_j} \cdot (V - F_a) \quad ; \text{ donde } P_i \text{ es el peso y } h_i \text{ la altura de cada nivel}$$

La segunda alternativa de análisis de edificios es el **dinámico**, que representa el análisis para todo tipo de edificios, se podrá realizar mediante los procedimientos de combinación modal o por medio de análisis tiempo-historia. Para edificaciones especiales deberá usarse un análisis tiempo historia, pero de lo contrario se usará la combinación modal. El análisis por combinación modal espectral involucra modos de vibración y periodos naturales, que podrán determinarse por análisis donde se considere las características apropiadas de rigidez y la distribución de las masas de la estructura, mientras que la aceleración espectral (Sa) se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad ; \text{ donde } g \text{ es la aceleración de la gravedad}$$

Los criterios de combinación para obtener la respuesta máxima esperada (r), tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, desplazamientos totales y relativos de entrepiso, correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) se determinarán usando la siguiente expresión:

$$r = 0.25 \sum_{i=1}^n |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^n r_i^2}$$

También se podrá estimarse la respuesta máxima mediante la *Combinación Cuadrática Completa (CQC)*, de los valores calculados para cada modo, este último es el más empleado en programas de cómputo de análisis dinámico, en la cual se sugiere emplear el 5% de amortiguamiento. Los modos de vibración a considerarse serán aquellos cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, tomándose en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. Luego si es necesario escalar los valores de las fuerzas internas se procede a escalar en función de la cortante basal mínima.

La NTE-E.030 establece límites para el desplazamiento lateral según el tipo de estructura; por ejemplo para estructuras de concreto armado el límite es 0.7% de la altura de entrepiso y para edificios de albañilería es de 0.5%. Además, con el fin de limitar los giros en planta, la norma establece que en cualquiera de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre en dos pisos consecutivos, en un extremo del edificio, no debe ser mayor que 1.3 veces el promedio de este desplazamiento relativo máximo con el desplazamiento relativo que simultáneamente se obtiene en el extremo opuesto.

El otro procedimiento de análisis es del tiempo-historia que se realiza suponiendo comportamiento lineal y elástico, utilizándose no menos de cinco registros de aceleraciones horizontales, correspondientes a sismos reales o artificiales, estos registros deberán normalizarse de manera que la aceleración máxima corresponda al valor máximo esperado en el sitio.

1.3 EDIFICIOS SUJETOS A FUERZAS LATERALES CON SISTEMA DE ESTRUCTURAS CON MUROS DE CORTE

Es aceptable que el análisis estructural ante cargas sísmicas puede efectuarse considerando que las estructuras tienen comportamiento elástico lineal. Aunque se reconoce que durante temblores severos los edificios pueden incursionar en comportamiento inelástico. En muchos casos prácticos, para dar a los edificios rigidez y resistencia suficiente ante cargas laterales, se recurre al uso de muros de concreto, o a veces combinados con pórticos. A continuación se describen métodos que sirven para analizar sistemas de estructuras con muros ante cargas laterales.

1.3.1 METODO DE LA COLUMNA ANCHA

Aceptando la hipótesis de comportamiento elástico lineal, las deformaciones de un muro ante cierto sistema de cargas en su plano deben calcularse con los métodos y teorías de la elasticidad. Además de las propiedades elásticas del material (como módulos de elasticidad, de cortante y de Poisson), hay que tomar en cuenta la magnitud y distribución de las cargas, la geometría del muro y la forma en que está apoyado. Para fines prácticos es suficiente calcular las deformaciones laterales de muros aislados con procedimientos de resistencia de materiales que consideren los efectos tanto de flexión como de cortante.

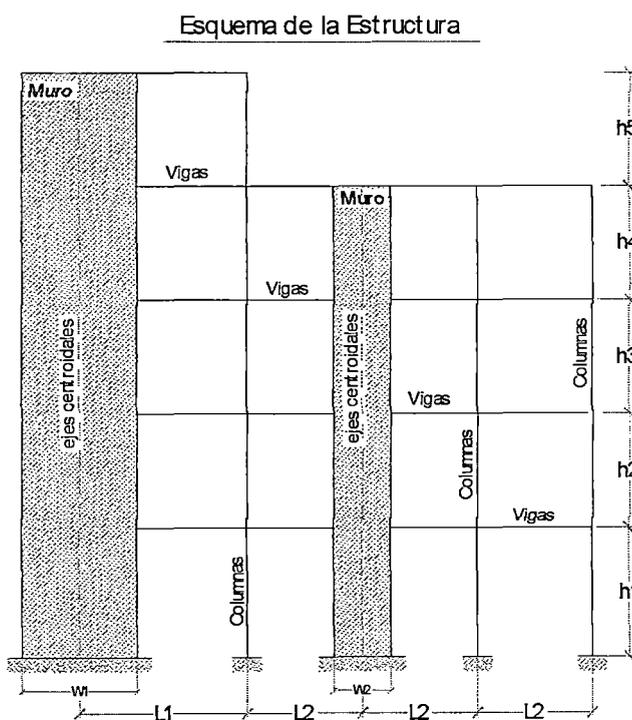


Fig. 1.1

Entonces se denomina *Columna Ancha* a un miembro analizado de una manera diferente a las columnas normales en que solo son importantes las deformaciones por flexión. Para analizar sistemas de muros y muro con pórticos se considera cada muro como una columna ancha con sus propiedades concentradas en su eje centroidal, y se supone que las zonas de las vigas que se encuentran dentro de los muros son infinitamente rígidas a flexión. Este método es útil en casos de muros con huecos, sobre todo si se incluyen los efectos de extremos rígidos en las columnas y los de cortante en las vigas. En el ejemplo que se ve en la Fig. 1.1 se observa el esquema de un marco perteneciente a una estructura a la cual se le aplicó el presente método, idealizando los muros estructurales como columnas anchas, cuyo esquema se aprecia en la Fig. 1.2.

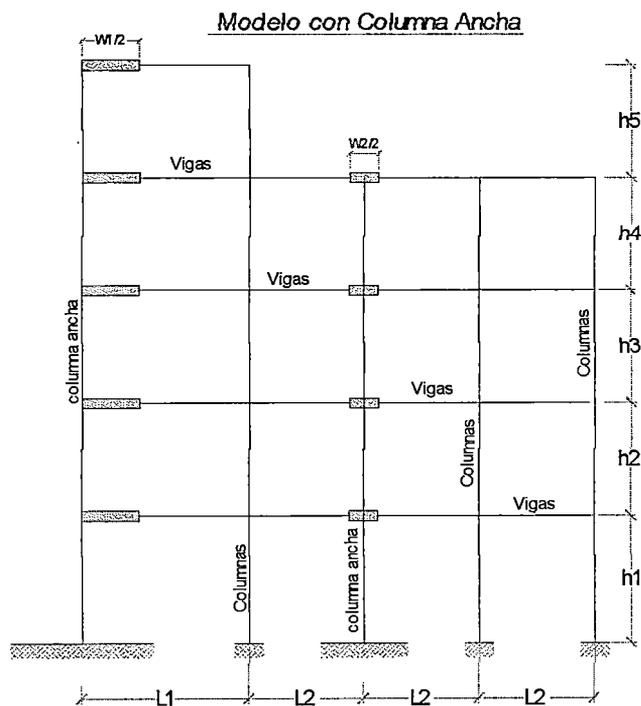


Fig. 1.2

1.3.2 METODO DEL ELEMENTO FINITO

El método de elemento finito viene a ser la más poderosa herramienta para el análisis de estructuras complejas, como ciertos muros de composición y/o geometría complicada. Básicamente este método consiste en dividir la estructura

en subregiones, denominadas elementos finitos, dentro de las cuales se prescribe la forma en que varían los desplazamientos en función de los valores correspondientes a ciertos puntos denominados nudos. Como en el caso de vigas y columnas, los posibles desplazamientos y giros nodales constituyen grados de libertad. Según las relaciones que existen entre esfuerzos y deformaciones, y en la función adoptada para prescribir los desplazamientos, se determina la matriz de rigideces de cada elemento, usando el principio de trabajos virtuales. Esta matriz esta referida a los grados de libertad de los nudos del elemento. La matriz de rigideces (K) de la estructura completa se obtiene aplicando el método directo de rigideces, es decir se suman los términos de las matrices de rigideces de los elementos en donde les toque dentro de K , de acuerdo con la correspondencia entre las numeraciones de grados de libertad globales y locales. Los desplazamientos U de los nudos, ante un sistema de cargas P aplicadas en los mismos, se obtienen resolviendo el sistema de ecuaciones lineales $KU=P$. Conocidos los valores de U se pueden calcular esfuerzos y deformaciones en cualquier punto de cada elemento. Los muros se pueden modelar adecuadamente considerando que se trata de un problema de estado plano de esfuerzos, es decir, aceptando que son nulos los esfuerzos perpendiculares al plano del muro. Aunque los elementos finitos que permiten tratar este tipo de problema pueden tener diversas formas, como triángulos o cuadriláteros, dado que las partes de un muro son usualmente rectángulos, es adecuado el uso de elementos rectangulares. Los grados de libertad son usualmente los desplazamientos

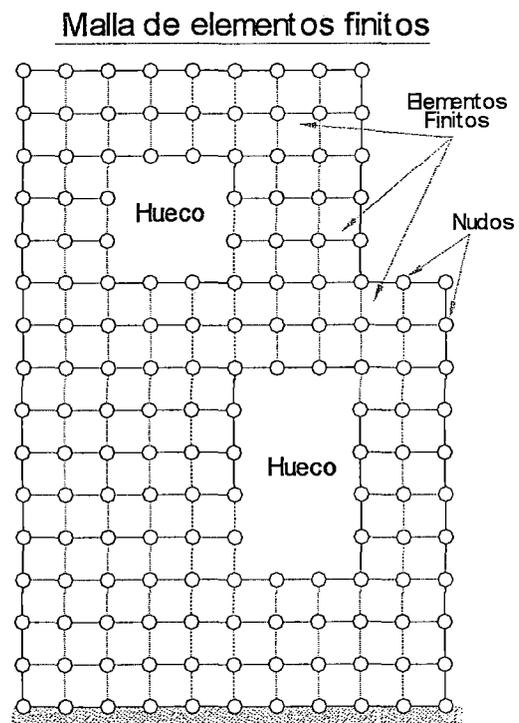


Fig. 1.3

horizontales y verticales de los nudos, aunque existen elementos que además consideran como tales las rotaciones nodales. Este método de los elementos finitos se usa exclusivamente con computadoras y existen varios programas que permiten analizar diversos tipos

de estructuras, uno de ellos es el programa de análisis *SAP2000*, estos programas además de ser eficientes numéricamente, cuentan con herramientas gráficas, preparación de datos y resultados.

En la Fig. 1.3 se da un ejemplo de discretización de un muro de concreto armado que presenta orificios en su interior. Al crear un modelo hay que tener siempre en cuenta, que lo que se va a representar es una idealización del sistema físico real, con algunas excepciones, sin embargo el análisis por elementos finitos no entregan respuestas "exactas", sin embargo con un modelo apropiado este método entrega soluciones que puede considerarse como exactas. En algunos casos, el uso de un modelo complejo y muy refinado no se justifica debido a que el incremento de tiempo de procesamiento no se ve reflejado en un aumento considerable de exactitud. El tipo y complejidad del modelo es dependiente del tipo de resultados que se requieren, esto quiere decir que los resultados de un modelo sencillo combinado con el buen entendimiento del comportamiento del sistema, nos ayudara a decidir si se necesita un mayor refinamiento y en que parte del modelo aplicarlo.

1.4 ANALISIS TRIDIMENSIONAL UTILIZANDO DIAFRAGMAS RIGIDOS, ANALISIS DINAMICO ESPACIAL CON EL SAP2000

Las estructuras de edificios son tridimensionales y pueden analizarse como tales mediante el método de elementos finitos, que permite representar losas, vigas, columnas, muros, diagonales, etc. empleando diferentes tipos de elementos. Existen programas como el *SAP2000*, que cuentan con excelentes herramientas gráficas para preparar datos e interpretar resultados, sin embargo no es de practica común hacer este tipo de análisis, solo en casos especiales, es que es necesario un número muy grande de grados de libertad para el modelaje de un edificio, la cantidad de datos que hay que proporcionar y su laboriosa organización aumentan las posibilidades de cometer errores a veces difícil de localizar, con frecuencia los resultados son difíciles de interpretar, ya que están dados en esfuerzos, no como fuerzas y momentos que son cantidades de interés en el diseño estructural.

1.4.1 DIAFRAGMAS RIGIDOS EN PLANTA

En la mayoría de los casos es aceptable suponer que un edificio esta formado por pórticos y/o muros, ligados entre sí por sistemas de piso los que se consideran indeformables en su plano, o sea que funcionan como losas infinitamente rígidas en planta, éstos diafragmas rígidos juegan un papel de suma importancia, puesto que distribuyen la fuerza horizontal, producida por el movimiento en la base del edificio llamada excitación sísmica, sobre los elementos verticales. La magnitud de la fracción de dicha fuerza sísmica que será tomada por cada elemento vertical es función directa de sus rigideces, o sea mientras mayor sea la rigidez del elemento vertical tomará mayor fracción de la fuerza sísmica. Como ejemplo tenemos el caso de los muros de corte, los cuales absorben, por no decir toda, gran parte de la fuerza sísmica, ello debido a su gran rigidez. Estos diafragmas rígidos implican también que los desplazamientos laterales de cualquier punto en los pisos del edificio, se pueden expresar en términos de dos desplazamientos horizontales y un giro alrededor de un eje vertical de un punto cualquiera de cada piso, de modo que cuando las cargas laterales están aplicadas en los pisos, el problema se puede reducir a solo tres grados de libertad por cada nivel. Entonces de acuerdo al modelo estructural, puede suponerse el piso de cada nivel como un diafragma rígido, por lo que los nudos se indicarán como dependientes del movimiento general del piso rígido, el cual se movería siguiendo dos desplazamientos mutuamente ortogonales y una rotación.

1.4.2 ANALISIS DINAMICO ESPACIAL CON EL SAP2000

Existen varios programas que efectúan el análisis elástico tridimensional de edificios, todo esto bajo la suposición de que los pisos son diafragmas rígidos en su plano, uno de ellos es el *SAP2000*, para ello se tiene que proporcionar la siguiente información básica:

- Número y altura de pisos del edificio.
- Elección del sistema de coordenadas en planta.
- Ubicación de los elementos resistentes en planta.

- Propiedades de vigas, columnas y muros, como el módulo de elasticidad, momentos de inercia, rigidez y módulo de cortante (para muros).
- Propiedades de los materiales
- Parámetros dinámicos y generación del espectro de respuesta sísmica.

Conocidos todos los datos necesarios para el análisis, se procede a colocar la información al programa de análisis, realizando el siguiente procedimiento en forma general:

- En primer lugar se genera el modelo a usar, para esto introducimos el sistema de unidades con que se va a trabajar, luego generamos el modelo utilizando las plantillas que tiene el programa o en su defecto creando un nuevo modelo, y enseguida ingresamos los valores de los números de vanos y alturas de pisos de la estructura.
- Enseguida editaremos el modelo, es decir colocaremos los valores de las longitudes de la geometría del modelo, tanto de los vanos y altura de los pisos.
- Luego se procede a incorporar los muros de corte que se representan como elementos del tipo *shell* o tipo *frame*, según la ubicación que le corresponde en nuestro modelo.
- A continuación se define las propiedades de los materiales a emplearse en el modelo.
- Se define después las secciones transversales de los elementos tipo *frame*, como son las columnas y vigas.
- Definimos también las secciones de los elementos tipo *shell*, como son los muros de concreto armado que se incorporó anteriormente.

- El siguiente paso es definir las condiciones de apoyo, que por defecto se muestra como articulado.
- Se asigna los elementos tipo frame como las vigas y columnas, y los del tipo shell como los muros de concreto armado.
- A continuación definiremos el modelo dinámico, primero determinaremos los diafragmas rígidos por nivel, definiendo los centros de masa que representen a cada piso, para así poder colocar las masas, y los momentos polares de inercia.
- En seguida se define el espectro de diseño, el cual lo podemos importar de un archivo de texto, este espectro depende de los parámetros sísmicos del sitio y de la estructura.
- Después de colocar los datos de los centros de masa y momento polar de cada nivel, se procede a realizar el análisis estructural del modelo, para esto determinaremos los modos de vibración a considerar en la estructura, al final se procede a correr el programa.
- Por último se procede a revisar los desplazamientos arrojados del análisis sísmico de la estructura.

Cualquiera que sea el procedimiento a seguir, tener en cuenta que la elección de modelar un muro como elemento del tipo *"Frame"* presenta ciertas características que la diferencian de las columnas, además de existir zonas rígidas en las intersecciones entre el muro y las vigas, o elegir el modelo del muro como elemento del tipo *"Shell"*, sabiendo que en la intersección entre el muro (elemento tipo shell) y la viga (elemento tipo frame), se debe aplicar a los nudos adyacentes pertenecientes al muro y alineados en la dirección ortogonal a la viga, una restricción tipo *"Beam"*, tal que la longitud entre los nudos extremos sea mayor al peralte de la viga en aproximadamente 50%. Además saber que los nudos solo pueden tener un tipo de restricción.

CAPITULO II

Descripción de los Modelos de Estructuras Analizadas

En este capítulo se presentarán los criterios utilizados en la configuración estructural de los modelos estudiados, además del predimensionamiento de los elementos resistentes, el cálculo de masas de entrepiso, los tipos de ubicación en planta de los muros de corte, la geometría en planta y elevación de las estructuras analizadas. El predimensionamiento de los elementos estructurales y el análisis estructural en la práctica se hace muy laboriosa, pero hoy en día con la ayuda de la computadora, se acortan los tiempos que se invierten en los procesos de análisis y predimensionamiento, pero de todas formas se dedica tiempo a la selección correcta y adecuada de la configuración en planta y elevación de los elementos estructurales de un edificio. Al final de este trabajo como anexo se mostrará un archivo de texto, con los resultados arrojados de un programa creado en el *Lenguaje C++*, que permitió el cálculo rápido de masas, dimensiones de vigas, columnas, cortantes estáticos, fuerzas inerciales y análisis estático para estructuras simétricas.

2.1 CRITERIOS DE ESTRUCTURACION UTILIZADOS EN LA CONFIGURACION EN EDIFICIOS DE 4, 8, 12, 16 y 20 PISOS

La forma del edificio, tamaño, naturaleza y localización de los elementos resistentes, es decir muros, columnas, pisos, núcleos de servicio como escalera y ascensores, es lo que se denomina configuración. Una adecuada selección del sistema estructural, del material y de los componentes no estructurales es de mayor importancia que un análisis complejo. Los criterios tomados en la configuración de las estructuras en estudio han sido los siguientes:

2.1.1 PESO

Las fuerzas producidas por los sismos son de inercia, así que las fuerzas inerciales son proporcionales a la masa y por tanto proporcionales al peso del edificio, por ello debe procurarse que la estructura tenga el menor peso posible y además sean resistentes. Como las estructuras a analizar son simétricas en planta, el peso de los entrepisos no tienen cambios bruscos entre dos pisos consecutivos, puesto que casi todos se han considerado iguales en peso, con la excepción del primer y último nivel, esto debido a que la altura del entrepiso del primer nivel es un tanto mayor que los demás, o sea que tiene mayor peso pero que no pasa el 150% del peso de su nivel adyacente, así mismo para el último piso no se toma en cuenta por ser este la azotea (criterio utilizado de la NTE E.030 artículo 11). Se asume además que el peso del edificio está distribuido simétricamente en la planta de cada piso.

2.1.2 FORMA EN PLANTA DEL EDIFICIO

Las estructuras regulares son definidas como aquellas que no presentan discontinuidades físicas significativas en su configuración en planta, la forma en planta de los edificios en estudio son simétricas, teniendo en cuenta de ubicar simétricamente los elementos resistentes como columnas y muros, así como uniformizar las dimensiones de las vigas en ambas direcciones, todo esto hace que la forma en planta sea simétrica, por lo que se elimina casi por completo la vibración torsional en planta, además que no se considero torsión accidental (0%). Otro factor importante es la simetría respecto a sus tres ejes en planta, es decir su geometría es idéntica en ambos lados de cualquiera de sus ejes que se este considerando. Es necesario que se mencione que a pesar de tener una planta simétrica, la distribución excéntrica de las rigideces o masas ocasionan también torsión, que no es fácil de evaluar. La ubicación de caja de ascensores en planta hace que se origine vibraciones torsionales, así sea la planta simétrica, por lo que es factible eliminar o minimizar estos efectos, mediante una adecuada distribución de los elementos resistentes en que se haga coincidir el centro de masas con el centro de torsión. Cabe señalar además que el área abierta en planta debido a la caja de ascensores es menor que el 50% del área total

(criterio utilizado de la E.030-artículo 11), por lo tanto la configuración en planta del edificio se considera regular. Entonces es preferible no concentrar elementos rígidos y resistentes, tales como muros de corte en la zona central de las plantas, porque son menos efectivos para resistir torsión. Si bien los muros ubicados en la zona central tienen un comportamiento aceptable, las columnas exteriores estarán sujetas a un cortante por torsión mayor que aquél proporcionado por la ubicación de los muros en la periferia. No es nada recomendable colocar las cajas de escaleras y elevadores en las partes externas del edificio ya que tienden a actuar aisladamente ante los sismos, con concentraciones de fuerzas y torsiones difíciles de predecir sin llevar a cabo un análisis complicado.

2.1.3 FORMA EN ELEVACION DEL EDIFICIO

Es conveniente que no existan cambios bruscos en las dimensiones, masas, rigideces y resistencias del edificio, para evitar concentraciones de esfuerzos en determinados pisos que son débiles con respecto a los demás. Los cambios bruscos en elevación hacen también que ciertas partes del edificio se comporten como apéndices, con el riesgo de que se produzca el fenómeno de amplificación dinámica de fuerzas conocido como chicoteo. Se ha procurado entonces que la forma en elevación de los edificios sean regulares en altura, es decir que en cada dirección la suma de áreas de las secciones de columnas y muros de un entrepiso sea igual al entrepiso superior, además que las alturas de los entrepisos son iguales con excepción del primer piso, pero aun así las secciones de sus elementos resistentes son iguales al del entrepiso superior (Criterio utilizado de la E.030-artículo 11). También se ha tenido en cuenta que las estructuras no sean demasiadas esbeltas, o sea que la estructura se considera regular si el parámetro $H/L < 2.50$ (H: altura del edificio, L: longitud menor de la planta) y no conviene excederse de $H/L > 4.00$. Para nuestra configuración en estudio a partir de edificios de 10 pisos (30.50 m de altura) y 12 m de longitud menor en planta, el parámetro H/L comienza a ser mayor que 2.50 pero menor que 4.00, ya para edificios mayores de 15 pisos el parámetro es mayor que 4.00, estos edificios son los de 16 y 20 pisos de altura con área de planta de 144 m². En los edificios de 15 m de longitud menor en planta, a partir de 13 pisos (39.50 m de altura) el parámetro H/L comienza a ser mayor que 2.50 y solo para el

edificio de 20 pisos (60.50 m de altura) y área de planta de 225 m² el parámetro es mayor que **4.00**. En los edificios de 18 m de longitud menor en planta, a partir de 15 pisos (45.50 m de altura) el parámetro *H/L* comienza a ser mayor que **2.50** pero menor que **4.00**. Como se observa hay edificios que exceden el valor de **4.00**, pero que no se dejaron de analizar, ya que se tenía que estudiar el comportamiento de todos estos, para las mismas alturas y diferentes áreas de plantas simétricas. Estos problemas de esbeltez se pueden manejar proporcionando buena rigidez lateral en la dirección más esbelta y recurrir a una cimentación rígida.

2.1.4 ESTRUCTURACION DE LOS EDIFICIOS

Los criterios de estructuración que se han empleado en la configuración de los modelos son los siguientes:

- a) El edificio posee elementos estructurales como muros y columnas que le otorga resistencia y rigidez a cargas laterales en ambas direcciones. La resistencia sísmica total del edificio esta dada por muros estructurales, sobre los que actúan más del 80% del cortante en la base.
- b) Se ha evitado que se generen o en todo caso que se minimicen las vibraciones torsionales en planta, ubicando los muros de corte *simétricamente en los costados y esquinas del perímetro de la planta* en ambas direcciones. Las cajas de ascensores han sido ubicadas en el núcleo de la planta, haciendo coincidir su centro geométrico con el de la planta del edificio.
- c) Las estructuras poseen una relación excentricidad y longitud menor en planta $e / L < 0.10$ (*e* : excentricidad en ambas direcciones, *L* : longitud menor en planta) y en lo posible esta relación no debe de exceder en **0.20**, este parámetro controla las vibraciones torsionales. Esto es debido más que nada para las plantas con presencia de cajas de ascensores en el centro de su *planta*.
- d) Las losas de los entresijos se consideran como diafragmas rígidos, ya que son los que distribuyen las fuerzas horizontales, además de uniformizar las dimensiones de las vigas en ambas direcciones.

2.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS Y COLUMNAS, CALCULO DE MASAS, TIPOS Y UBICACIÓN DE LOS MUROS DE CORTE EN PLANTA

Las estructuras analizadas están formadas por muros estructurales y columnas, plantas con 3 vanos iguales en cada dirección, siendo la longitud del vano en cada planta igual a 4, 5 y 6 metros respectivamente. Los elementos verticales están conectados por diafragmas horizontales, las cuales se suponen rígidos en su plano. Las alturas de los entrepisos es de 3.5 metros para el primero y de 3.0 metros para los demás. El predimensionamiento de los elementos para las estructuras regulares se realizó con las fórmulas clásicas empleadas en nuestro medio. En las figuras 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 se muestra los esquemas de las plantas típicas de los modelos estudiados.

2.2.1 PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS Y COLUMNAS, CALCULO DE MASAS.

El cálculo de las dimensiones de vigas y columnas de la estructura se realizó de la siguiente manera:

Datos de cargas aplicadas en los edificios:

Sobrecarga del edificio para oficinas s/c (kg/m²)=250.00

Sobrecarga en la azotea s/ac (kg/m²)=150.00

Peso de acabado de piso Pac (kg/m²)=100.00

Peso de tabaquería móvil Ptm (kg/m²)=100.00

Propiedades del concreto:

$f'c=210$ kg/cm² (calidad de resistencia del concreto)

$Ec=2000000$ kg/cm² (módulo de elasticidad del concreto)

$Pec=2.4$ tn/m³ (peso específico del concreto)

Predimensionamiento de vigas:

Para esto se tiene que:

L_n : luz libre del elemento

b: base de la sección transversal

h: altura de la sección transversal

B: ancho tributario al elemento

Entonces:

$b = B/20$ siendo $b_{\min} = 0.25 \text{ m}$

$h = L_n/11$ para $s/c \leq 250 \text{ kg/m}^2$

A esto se tiene que chequear ciertos parámetros a cumplir como:

$L_n/b \leq 30$; $h/b \leq 3$; $L_n/h \geq 4$

Predimensionamiento de columnas:

Para esto se tiene que definir primero el tipo de columna y el área tributaria que soportará dicha columna. Para nuestro análisis tenemos tres tipos de columna **C1** (columna ubicada en una esquina y comprende a un paño), **C2** (columna ubicada en un costado y comprende a dos paños) y **C4** (columna ubicada en el centro y comprende a cuatro paños). La losa de techo es aligerada por lo que en seguida se calcula el peso que soporta cada tipo de columna así tenemos:

n: número de pisos

H: altura del edificio

pal: peso de la losa aligerada

pci: peso que soporta dicha columna

Ai: área tributaria a dicha columna

El peso de la losa aligerada se calcula según:

Para $L_n \leq 4.00 \text{ m}$ $pal = 280 \text{ kg/m}^2$

Para $L_n \leq 5.00 \text{ m}$ y $L_n > 4.00 \text{ m}$ $pal = 300 \text{ kg/m}^2$

Para $L_n \leq 6.00 \text{ m}$ y $L_n > 5.00 \text{ m}$ $pal = 350 \text{ kg/m}^2$

Entonces el peso que soportará cada columna se calcula así:

$$P_{ci} = P_{ec} \times (((L_n - b) \times b \times h) \times n + h \times b \times H) + A_i \times ((pal + pac + s/c + p_{tm}) \times 0.001 \times (n-1) + (pal + pac + s/c_a) \times 0.001) \dots \dots \dots t_n$$

Para C1:

$$A_i = Ln^2 / 4 ;$$

Para C2:

$$A_i = Ln^2 / 2 ;$$

Para C4:

$$A_i = Ln^2 ;$$

Las dimensiones de las columnas (b×d) saldrán del área de la sección así:

$$\text{Area de la sección(C1)} = pci \times 1.50 / (0.20 \times f'c \times 0.001) \text{ cm}^2 ;$$

$$\text{Area de la sección(C2)} = pci \times 1.25 / (0.25 \times f'c \times 0.001) \text{ cm}^2 ;$$

$$\text{Area de la sección(C4)} = pci \times 1.10 / (0.30 \times f'c \times 0.001) \text{ cm}^2 ;$$

Las dimensiones de las columnas se tiene que chequear con ciertos parámetros a cumplir como:

$$b, d \geq 0.30m; Ln / b \leq 15; d / b \leq 2.5; Ln / d \leq 15$$

Cálculo de masas:

Para esto tenemos que:

c1: número de columnas tipo **C1** presentes en la planta

c2: número de columnas tipo **C2** presentes en la planta

c4: número de columnas tipo **C4** presentes en la planta

Wi: peso del entrecimpo "i"

mi: masa del entrecimpo "i"

hi: altura del entrecimpo "i"

c: ancho de columna

d: peralte de columna

Pem: peso específico del muro perimetral si es que hubiese

Imp: longitud del muro perimetral si es que hubiese

asc: área de la caja de ascensor en planta

mcx: longitud total de los muros de corte en el eje x

mcy: longitud total de los muros de corte en el eje y

emx: espesor de los muros de corte en el eje x

emy: espesor de los muros de corte en el eje y

Como se trata de un edificio de la categoría "C" solo se tomará el 25% de la carga viva, lo mismo será para el último piso, por lo que la expresión para el cálculo del peso del entrepiso "i" es:

$$W_i = c_1 \times \left(\frac{L_n^2}{4} \right) \times 0.001 \times (p_{al} + p_{ac} + s/c \times 0.25 + p_{tm}) + P_{ec} \times \left((L_n - b) \times 0.5 \times b \times h + (L_n - b) \times 0.5 \times b \times h + c \times d \times h_i \right) + c_2 \times \left(\frac{L_n^2}{2} \right) \times 0.001 \times (p_{al} + p_{ac} + s/c \times 0.25 + p_{tm}) + P_{ec} \times \left((L_n - b) \times 0.5 \times b \times h + (L_n - b) \times b \times h + c \times d \times h_i \right) + c_4 \times \left(L_n^2 \right) \times 0.001 \times (p_{al} + p_{ac} + s/c \times 0.25 + p_{tm}) + P_{ec} \times \left((L_n - b) \times b \times h + (L_n - b) \times b \times h + c \times d \times h_i \right) + P_{ec} \times h_i \times (m_{cx} \times e_{mx} + m_{cy} \times e_{my}) + P_{em} \times I_{mp} \times 0.15 \times (h_i - h) - a_{sc} \times 0.001 \times (p_{al} + p_{ac} + s/c \times 0.25 + p_{tm});$$

Y el valor de la masa del entrepiso "i" será:

$$m_i = W_i / 9.81 \text{ (tn} \times \text{s}^2/\text{m)}$$

Presentación del programa "ANESBUILD":

Este programa "ANESBUILD" (*análisis estático de edificios*) se creó para facilitarnos el cálculo de masas, dimensiones de vigas, columnas, análisis estático (cortantes y fuerzas inerciales) para estructuras simétricas. Todos los parámetros de dimensionamiento antes mencionados están incluidos en el programa, como también fórmulas y expresiones para el cálculo del análisis estático. Es fácil de emplear y nos acortó el tiempo para el cálculo de las dimensiones y masas de los distintos modelos utilizados en este estudio. Este programa se hizo utilizando básicamente el "Lenguaje C++" (*VISUAL C*), la entrada de datos es en modo "DOS" y los resultados son arrojados a un archivo de texto. La codificación del programa se mostrará al final como anexo, como también los archivos de entrada de datos y salida de resultados.

2.2.2 TIPOS Y UBICACIÓN DE LOS MUROS DE CORTE EN PLANTA

Como se puede notar, anteriormente no se ha puesto ninguna referencia acerca del predimensionamiento de los muros de corte en planta, pues es este uno de los objetivos del estudio de la densidad de muros de corte, por lo que se ha analizado 4 tipos de modelos de plantas en edificios de 4, 8, 12, 16 y 20 pisos de altura, con muros de corte y presencia de una caja de ascensores en la parte central de la planta, los cuales se muestra a continuación:

Tipo I (TI) : planta con muros ubicados simétricamente en las esquinas de la planta, en ambas direcciones del tipo "L", sin la presencia de caja de ascensores (ver Fig. 2.1)

Tipo I CA (TICA) : planta con muros ubicados en las esquinas de la planta, en ambas direcciones tipo "L", con la presencia de caja de ascensores tipo "E" ubicada en la parte central de la planta haciendo coincidir su baricentro con el centro de masa de la planta (ver Fig. 2.2)

Tipo II (TII) : planta con muros ubicados simétricamente en la parte central de los costados del perímetro de la planta, en ambas direcciones, sin la presencia de caja de ascensores (ver Fig. 2.3)

Tipo III (TIII) : planta con muros ubicados simétricamente en la parte central de los costados del perímetro y esquinas de la planta, en ambas direcciones, sin la presencia de caja de ascensores (ver Fig. 2.4)

Tipo IV (TIV) : planta sin muros, solo presentan columnas ubicadas simétricamente en ambas direcciones (ver Fig. 2.5)

A continuación se presentan los esquemas de los tipos de plantas estudiadas:

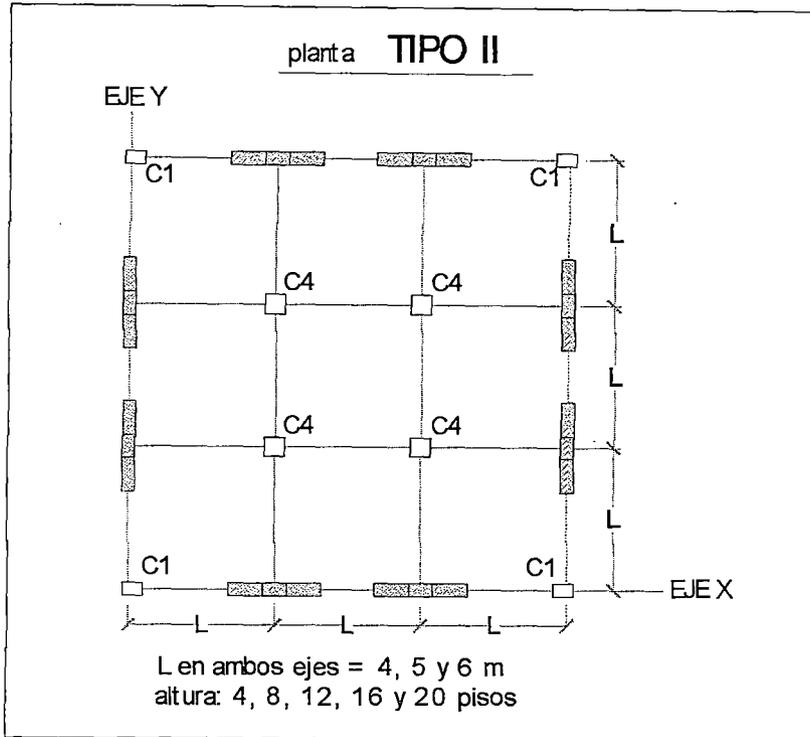


Fig. 2.3 Planta de ubicación del tipo II

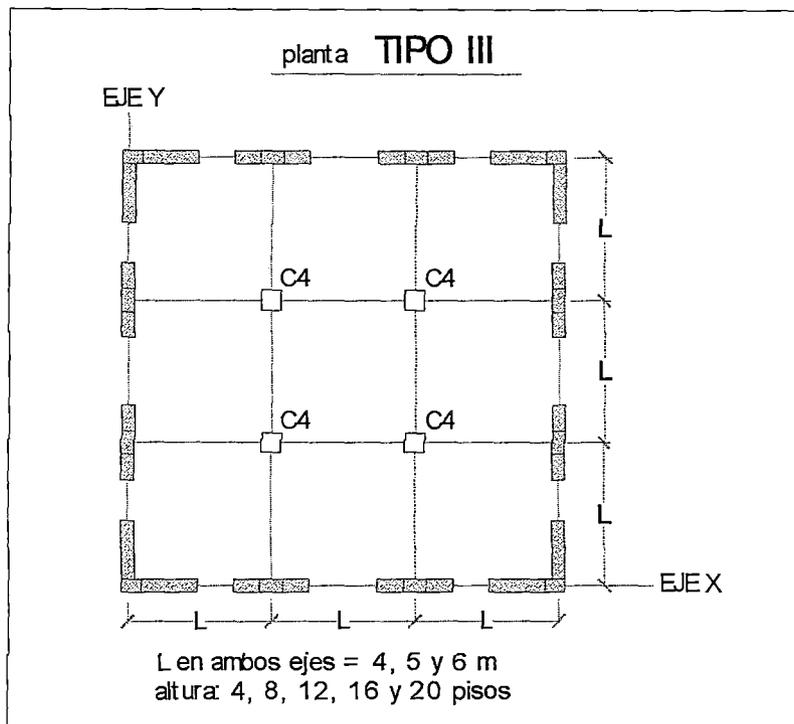


Fig. 2.4 Planta de ubicación del tipo III

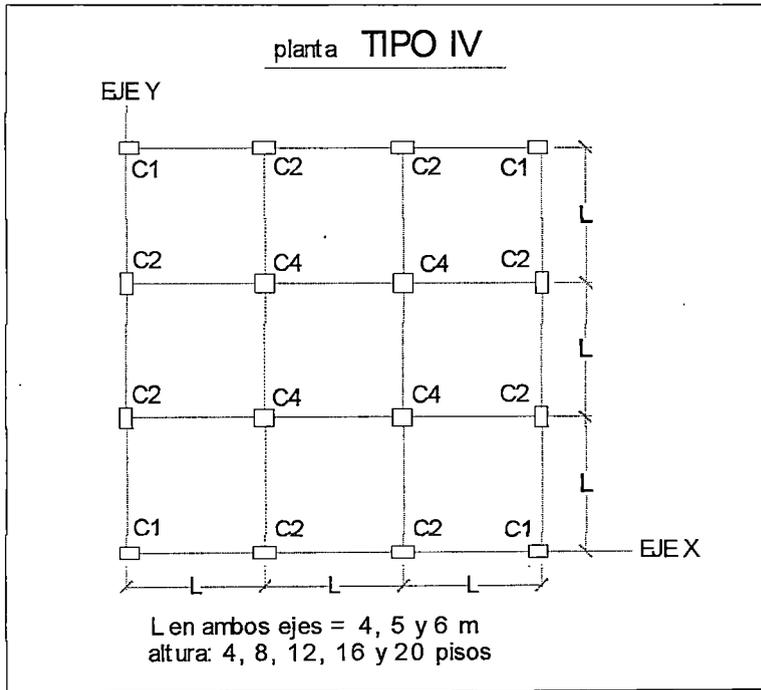


Fig. 2.5 Planta de ubicación del tipo IV

CAPITULO III

Análisis Sísmico a las Estructuras en Estudio

En este capítulo se presentarán las características dinámicas empleadas en las estructuras, requisitos tomados de la normas técnica de edificación (E.030), espectro de diseño empleado en el análisis dinámico modal espectral, procedimientos empleados en la utilización del programa "SAP2000" para el análisis modal espectral en todos los edificios analizados, análisis estático de las estructuras que nos servirán como comparación de resultados, cálculo de cortantes, fuerzas inerciales y pesos de las estructuras. También se presentarán todos los resultados en cuadros de resúmenes de cada tipo de planta para diferentes alturas de los edificios analizados.

3.1 CARACTERISTICAS DINAMICAS EMPLEADAS EN EL ANALISIS SISMICO, ESPECTRO DE DISEÑO

Todas las estructuras en estudio se analizaron siguiendo los requisitos de la norma técnica de edificación (E.030), y teniendo en cuenta las características dinámicas de las estructuras, que se emplearon en los análisis estático y dinámico que se describen a continuación:

3.1.1 ANALISIS SISMICO ESTATICO

Este análisis se aplicará a todas las estructuras tomando en cuenta las siguientes características:

Periodo Fundamental (T)

$T = h_n / C_T$ donde: h_n : altura del edificio en metros

C_T : coeficiente para estimar el periodo predominante del edificio, para nuestro caso se tomará el valor de **60**

Otra expresión para el cálculo del periodo que nos servirá de comparación es:

$T = 0.1 \times n$ donde: n : numero de pisos

Fuerza Cortante en la Base (V)

El cálculo de dicha fuerza esta dada por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

Siendo: $C = 2.5 \times (T_P / T)$; $C \leq 2.5$

Donde:

Z: factor de zona, que para nuestro estudio se tomará el valor de **0.4** (zona 3)

U: coeficiente de uso o importancia, que para nuestro estudio se tomará el valor de **1.0** (edificaciones comunes categoría C)

C: factor de amplificación sísmica

S: factor de suelo, que para nuestro estudio se tomará el valor de **1.20** (suelos intermedios)

P: peso total del edificio.

R: coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas, que para nuestro estudio se tomará el valor de **6** (sistema de muros estructurales) , el valor de **8** (sistema de pórticos) y el valor de **7** (sistema dual).

T_P : periodo que depende del tipo de suelo, que para nuestro estudio será del tipo S_2 cuyo valor es de **0.6 seg.**

Considerándose además:

$$C/R \geq 0.125$$

Si el periodo fundamental T es mayor que **0.70 seg.**, la fuerza " **F_a** " que es una parte de la cortante total se aplicará en forma adicional a la parte superior de la estructura y se calculara así:

$$F_a = 0.07 \times T \times V \leq 0.15 \times V$$

El resto de la fuerza cortante se distribuirá entre los distintos niveles según la fuerza (**F_i**) tal como sigue:

$$F_i = \frac{P_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times h_i} \times (V - F_a)$$

Todas estas características y expresiones han sido consideradas en la codificación del programa "**ANESBUILD**", que calcula el análisis estático de estructuras simétricas, por lo que en adelante solo se mostrarán los resultados de este análisis, para todas las estructuras en estudio utilizando dicho programa.

3.1.2 ANALISIS SISMICO DINAMICO

El análisis sísmico a desarrollar será el análisis modal espectral, en la cual se utilizará un espectro de diseño, empleando los datos usados para el análisis estático. Este análisis dinámico es más preciso que el anterior, ya que se considera las características propias de los elementos, como su rigidez, *amortiguamiento* y que además hacer cumplir la hipótesis que la losa sea capaz de resistir como diafragma rígido las fuerzas que actúan sobre ella, transmitiendo la fuerza sísmica a los elementos resistentes. Con la ayuda de programas como el "**SAP2000**", que nos permite modelar estructuras en tres dimensiones, podemos considerar como grados de libertad dos desplazamientos y un giro alrededor del eje vertical de la planta por cada nivel, esto hace considerar que al análisis se tiene que agregar momentos de inercia relacionados al momento de torsión. El análisis modal espectral nos permite determinar las respuestas debidas a unos cuantos modos de vibración, el cual el reglamento nos dice trabajar con los modos cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el

90% de la masa de la estructura, así en la practica se trabaja con la cantidad de modos igual a la cantidad de grados de libertad multiplicados por el número de niveles. Entonces para la determinación de las fuerzas laterales que actúan sobre la estructura se usan aceleraciones espectrales (S_a) que se calculan mediante la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times g \quad \text{donde: } g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Con los datos anteriores tenemos el siguiente cuadro:

COEFICIENTES SISMICOS EMPLEADOS		
Z	0.40	Factor de zona (zona 3-costa)
U	1.00	Factor de uso (categoría C-edificaciones comunes)
C	$F(T_p, T)$	Factor de amplificación sísmica ($T_p=0.6$ s y T: periodo en segundos)
S	1.20	Factor de suelo (tipo S2-suelos intermedios)
g	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s^2)
R	6.00	Factor de reducción (sistema de muros estructurales para ambos ejes)

Usando los coeficientes y las expresiones anteriores tenemos el siguiente cuadro de aceleraciones espectrales para R=6:

C	C/R	Ti(s)	Ci	SaiX(m/s²)	SaiY(m/s²)
-----	-----	0.00	2.50	1.962	1.962
30.00	5.00	0.05	2.50	1.962	1.962
15.00	2.50	0.10	2.50	1.962	1.962
10.00	1.67	0.15	2.50	1.962	1.962
7.50	1.25	0.20	2.50	1.962	1.962
6.00	1.00	0.25	2.50	1.962	1.962
5.00	0.83	0.30	2.50	1.962	1.962
4.29	0.71	0.35	2.50	1.962	1.962

Continúa cuadro de aceleraciones

3.75	0.63	0.40	2.50	1.962	1.962
3.33	0.56	0.45	2.50	1.962	1.962
3.00	0.50	0.50	2.50	1.962	1.962
2.73	0.45	0.55	2.50	1.962	1.962
2.50	0.42	0.60	2.50	1.962	1.962
2.31	0.38	0.65	2.31	1.811	1.811
2.14	0.36	0.70	2.14	1.682	1.682
2.00	0.33	0.75	2.00	1.570	1.570
1.88	0.31	0.80	1.88	1.472	1.472
1.76	0.29	0.85	1.76	1.385	1.385
1.67	0.28	0.90	1.67	1.308	1.308
1.58	0.26	0.95	1.58	1.239	1.239
1.50	0.25	1.00	1.50	1.177	1.177
1.43	0.24	1.05	1.43	1.121	1.121
1.36	0.23	1.10	1.36	1.070	1.070
1.30	0.22	1.15	1.30	1.024	1.024
1.25	0.21	1.20	1.25	0.981	0.981
1.20	0.20	1.25	1.20	0.942	0.942
1.15	0.19	1.30	1.15	0.906	0.906
1.11	0.19	1.35	1.11	0.872	0.872
1.07	0.18	1.40	1.07	0.841	0.841
1.03	0.17	1.45	1.03	0.812	0.812
1.00	0.17	1.50	1.00	0.785	0.785
0.97	0.16	1.55	0.97	0.759	0.759
0.94	0.16	1.60	0.94	0.736	0.736
0.91	0.15	1.65	0.91	0.713	0.713
0.88	0.15	1.70	0.88	0.692	0.692
0.86	0.14	1.75	0.86	0.673	0.673
0.83	0.14	1.80	0.83	0.654	0.654
0.81	0.14	1.85	0.81	0.636	0.636
0.79	0.13	1.90	0.79	0.620	0.620
0.77	0.13	1.95	0.77	0.604	0.604
0.75	0.13	2.00	0.75	0.589	0.589

Continúa cuadro de aceleraciones

0.73	0.125	2.05	0.75	0.589	0.589
0.71	0.122	2.10	0.75	0.589	0.589
0.70	0.12	2.15	0.75	0.589	0.589
0.68	0.11	2.20	0.75	0.589	0.589
0.67	0.11	2.25	0.75	0.589	0.589
0.65	0.11	2.30	0.75	0.589	0.589
0.64	0.11	2.35	0.75	0.589	0.589
0.63	0.10	2.40	0.75	0.589	0.589
0.61	0.10	2.45	0.75	0.589	0.589
0.60	0.10	2.50	0.75	0.589	0.589

El cuadro remarcado presenta los valores de nuestro espectro, que cumple los requisitos del reglamento, los valores sombreados de color verde, son los coeficientes de amplificación menores o igual a **2.5**, los valores sombreados de color azul, son los valores donde el cociente **C/R** es mayor o igual a **0.125**, interceptando estos dos requisitos que se debe cumplir, tenemos los valores de color magenta, y en ese rango se tiene los valores de nuestro espectro. Como se puede apreciar los valores de la aceleración son iguales ya que el coeficiente de reducción sísmica es el mismo para ambos ejes. Con los valores del tiempo en segundos (**Ti**) y la aceleración en m/s^2 (**Sai**) se podrá graficar el espectro de diseño a utilizar. En la figura 3.1 se muestra la grafica del espectro de respuesta sísmica para un coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas $R=6$, este espectro de diseño es el que se agregará al programa de análisis sísmico.

El análisis espectral de las estructuras en estudio realizado en el **SAP2000**, utiliza la respuesta dinámica máxima de todos los modos que tienen una contribución importante a la respuesta estructural total, las respuestas modales máximas se calculan utilizando las ordenadas de la curva del espectro de respuesta apropiado que corresponda a los periodos modales. Las contribuciones modales máximas se combinan de manera estadística para obtener una respuesta estructural total. Los modos de vibración deben obtenerse utilizando metodologías establecidas de dinámica estructural, tales como: el Análisis de *Eigenectores* o el Análisis de los *Vectores de Ritz*.

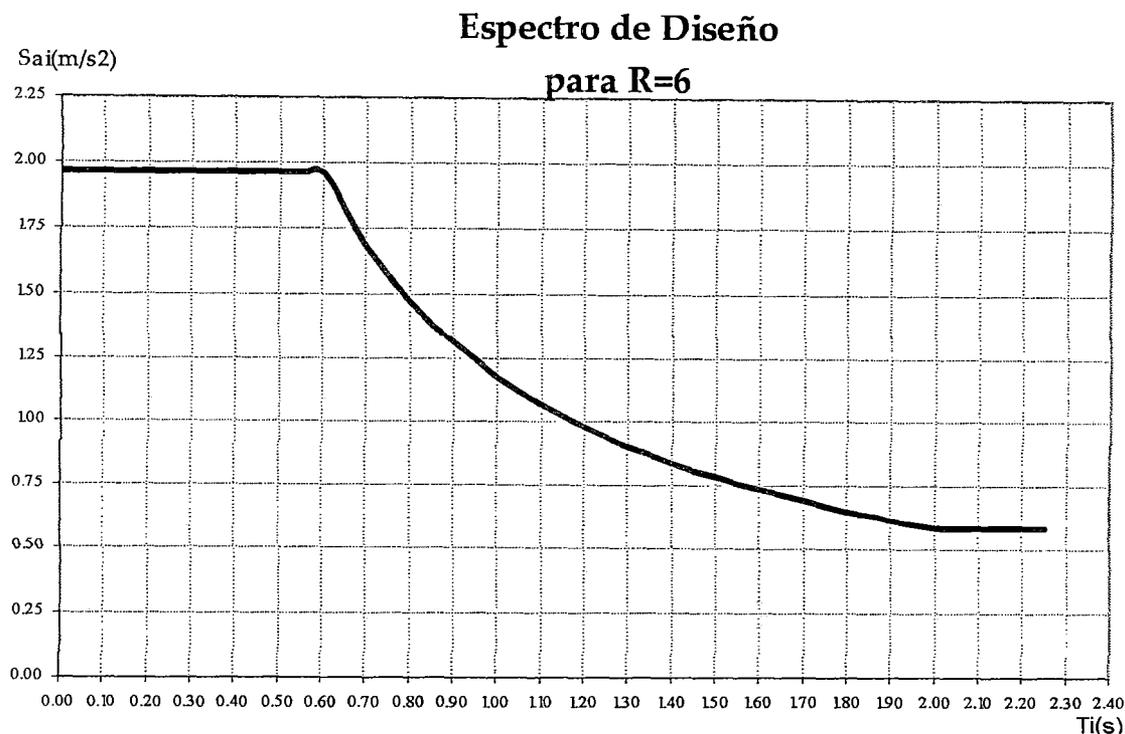


Fig. 3.1 Grafica del espectro de diseño

Para nuestro estudio escogeremos el análisis de *Eigenectores*, que determina las formas modales para vibración libre no amortiguada y frecuencias del sistema. Estos modos naturales proporcionan una visión excelente en el comportamiento de la estructura. Del análisis modal espectral nos interesa conocer la respuesta total máxima de la estructura (r), tanto para las fuerzas internas de los elementos componentes de la estructura, fuerza cortante en la base, etc. Para nuestro análisis es importante conocer los desplazamientos totales y relativos de la estructura, por lo que la respuesta máxima esperada podrá determinarse usando la siguiente expresión:

$$r = 0.25 \times \sum_{i=1}^n |x_i| + 0.75 \times \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad ; \text{ donde:}$$

x_i : desplazamiento total del entrepiso

Según el reglamento se puede usar alternativamente la combinación cuadrática completa (CQC), esta ecuación ya viene incluida en el programa del "SAP2000" y que en nuestro estudio se usó esta combinación. El método CQC toma en cuenta el acoplamiento estadístico entre modos estrechamente espaciados causados por el amortiguamiento. Incrementando el amortiguamiento modal,

incrementa el acoplamiento entre modos estrechamente espaciados. Si el amortiguamiento es cero para todos los modos, este método degenera en el método SRSS. Entonces se especifica una relación de amortiguamiento modal para CQC llamado "*damp*", medido como una fracción del amortiguamiento crítico. Este amortiguamiento igualmente afecta a todos los modos, y debe reflejar el amortiguamiento presente de la estructura a ser modelada.

3.2 PROCEDIMIENTO Y APLICACIÓN DEL ANALISIS SISMICO ESTATICO Y DINAMICO A LAS ESTRUCTURAS EN ESTUDIO

Los análisis sísmico estático y dinámico mencionado anteriormente, fueron aplicadas a todas las estructuras de 4, 8, 12, 16 y 20 pisos de altura para los diferentes tipos de plantas señaladas. Se Utilizo el programa "*ANESBUILD*" para el análisis sísmico estático y el "*SAP2000*" para el análisis sísmico dinámico, a continuación se presentará el procedimiento seguido para el análisis de estas estructuras:

- ❖ **Definición de las cargas aplicadas a la estructura.-** estas cargas serán definidas conociendo el uso de la estructura, peso de sobrecargas, tabaquería móvil, muros perimetrales, pesos adicionales, etc.
- ❖ **Geometría de la planta.-** definir ejes de pórticos, áreas tributarias de columnas y sus tipos, altura de entresijos desde la cimentación hasta la parte superior del edificio, longitud de luces de vanos, etc.
- ❖ **Predimensionamiento de los elementos estructurales.-** en esta etapa sólo se predimensionarán las vigas, columnas y losas utilizando el programa "*ANESBUILD*", las dimensiones de los muros de corte, que es nuestro objetivo estudiarlo solo se darán aproximaciones de su dimensiones cada vez que se haga el análisis, esto hasta llegar al desplazamiento lateral inferior al permisible (Δ_i), que para nuestro caso será de $0.007 \times h_i$ (h_i : altura de entresijo).
- ❖ **Cálculo del peso de la estructura.-** el cálculo de las masas de entresijo y peso total de la estructura, momento polar de inercia se calculará usando el programa "*ANESBUILD*", estos datos se usarán para el análisis modal espectral.

- ❖ **Definición de los coeficientes sísmicos de la estructura.-** estos coeficientes saldrán del uso de la estructura, ubicación, tipo del suelo, material a utilizar (concreto armado). Con éstos coeficientes se puede definir también el espectro de diseño.
- ❖ **Cálculo del análisis sísmico estático.-** con los datos anteriores ya se puede realizar el análisis sísmico estático a la estructura, a la que se utilizará el programa **“ANESBUILD”**, introduciendo todos los datos al programa.
- ❖ **Cálculo del análisis sísmico dinámico.-** se utilizará el programa **“SAP2000”**, al cual se introducirá todos los datos mencionados, como el espectro de diseño, dimensiones de los elementos, masas de los entresijos, geometría de la estructura, amortiguamiento del concreto, número de modos, etc.
- ❖ **Comparación de resultados.-** por último se verificará si los desplazamientos laterales relativos están cerca del límite permisible, si estos se exceden al permisible se tiene que aumentar el peralte del muro en la dirección del eje que necesita, caso contrario se disminuye para acercarse al límite permisible. Una vez que se ha logrado controlar el desplazamiento lateral, las dimensiones del muro serán las buscadas. Cada vez que varía las dimensiones del muro, se tiene que mantener constante las dimensiones de las columnas y vigas, excepto la masa de cada nivel y su momento polar de inercia que varían con el cambio de las dimensiones del muro de corte, por lo que se tiene que ingresar el nuevo valor corregido de la masa del entresijo, y es ahí cuando nos sirve de mucha utilidad el programa **“ANESBUILD”**.

Siguiendo el procedimiento antes señalado, se han analizado todos los modelos de edificios en estudio, a su vez también se han analizado estructuras con pórticos sin presencia de muros de corte, con el fin de hacer comparaciones entre ambas estructuras. Con el propósito de entender la nomenclatura de los cuadros de resultados tenemos:

Atr. área transversal resistente

Ap: área de la planta en estudio

Amt: área total de los muros de corte en planta

Δr_{max} : desplazamiento relativo máximo de la estructura

Vd: cortante dinámico en la base de la estructura

Ve: cortante estático en la base de la estructura

ΔRNC : desplazamiento permisible de la estructura

Td: periodo fundamental del análisis dinámico

Te: periodo fundamental del análisis estático

ex1: excentricidad dinámica de la planta de 144m² de área en el eje x (m)

ex2: excentricidad dinámica de la planta de 225m² de área en el eje x (m)

ex3: excentricidad dinámica de la planta de 324m² de área en el eje x (m)

A continuación se presentan los cuadros de resúmenes con resultados obtenidos del análisis estático y dinámico hecho a las estructuras, entonces para:

Estructuras de 4 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, Altura de entrepiso $h_i=3m$

Planta **TIPO IV**

Planta_T4SP_4P_3L(4m,5m y 6m)											
Atr(m²)		Δr_{max} (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	Specy	(Tn)		(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
1.84	0.00	4.505	4.805	63.18	61.05	64.25	2.45	428.4	144	0.761	0.40
1.94	0.00	5.143	5.429	82.05	79.21	97.69	2.45	651.3	225	0.860	0.40
2.92	0.00	4.393	4.652	146.68	141.85	156.80	2.45	1045.3	324	0.772	0.40

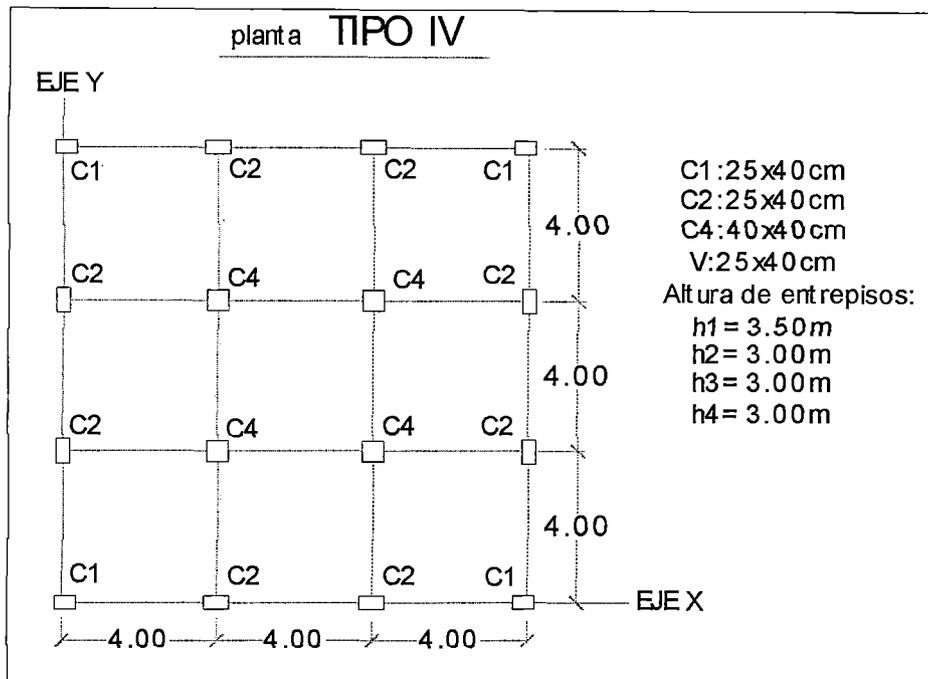


Fig. 3.2 Planta tipo IV, área 144 m² y altura de 4 pisos

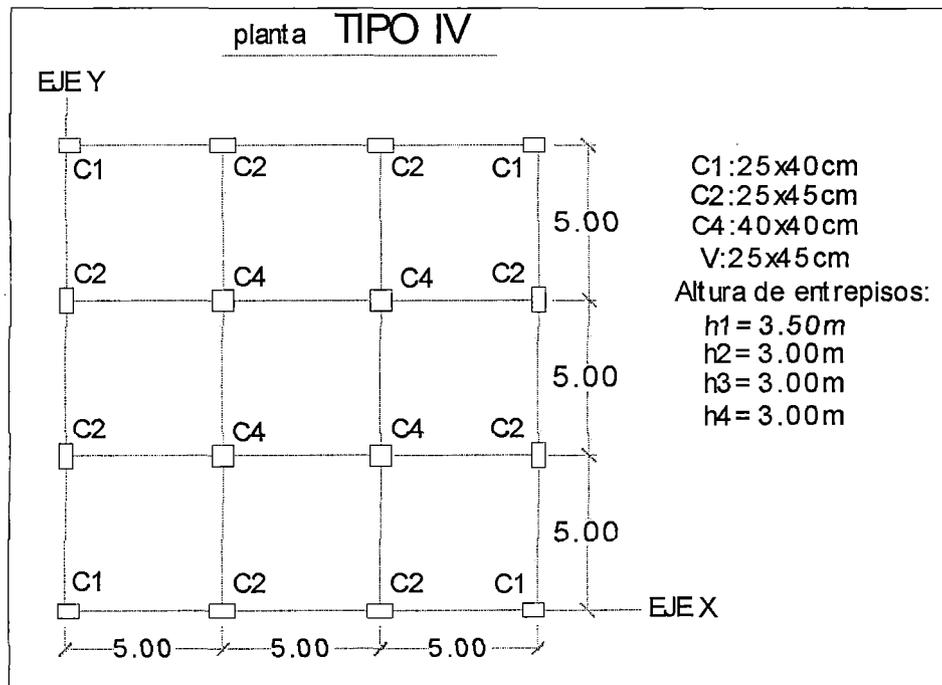


Fig. 3.3 Planta tipo IV, área 225 m² y altura de 4 pisos

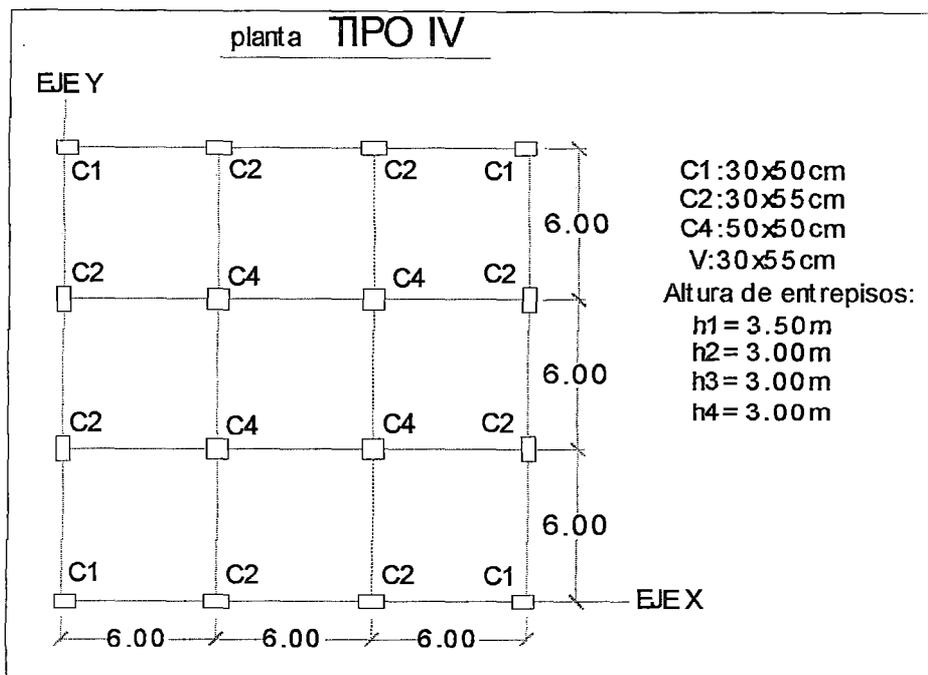


Fig. 3.4 Planta tipo IV, área 324 m² y altura de 4 pisos

Planta **TIPO I**

Planta_TISA_4P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td (seg)	Te (seg)
Acol	Amt	specx	specy	specx	Specy	(Tn)		(Tn)	(m²)		
1.44	1.95	2.035	2.044	105.7	105.7	95.7	2.10	478.7	144	0.346	0.40
1.54	2.65	2.020	2.028	150.9	150.9	143.9	2.10	719.7	225	0.470	0.40
2.32	2.80	2.051	2.061	235.0	234.9	223.5	2.10	1117.6	324	0.479	0.40

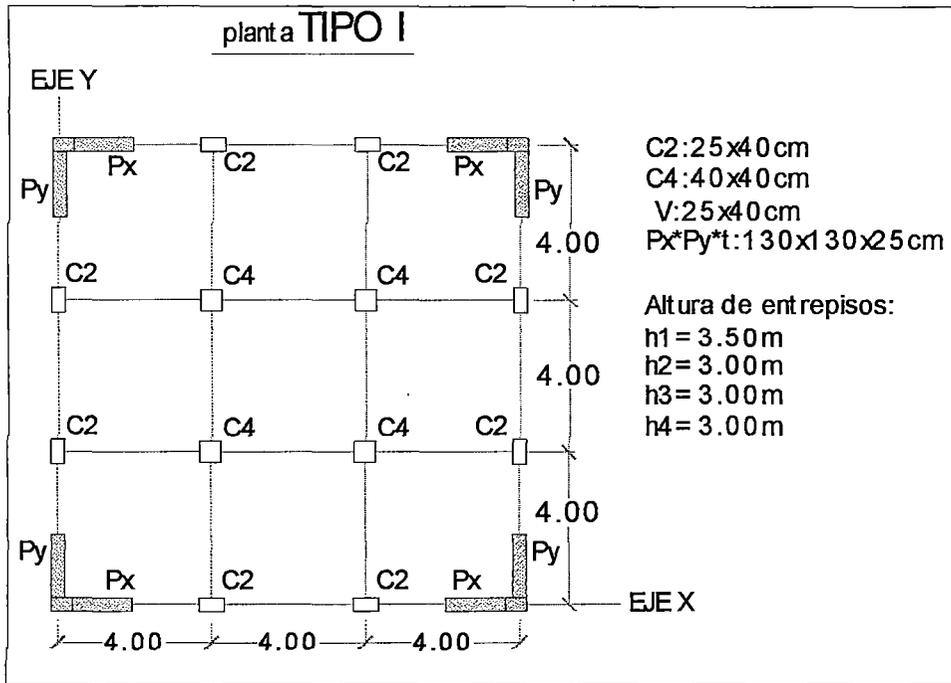


Fig. 3.5 Planta tipo I, área 144 m² y altura de 4 pisos

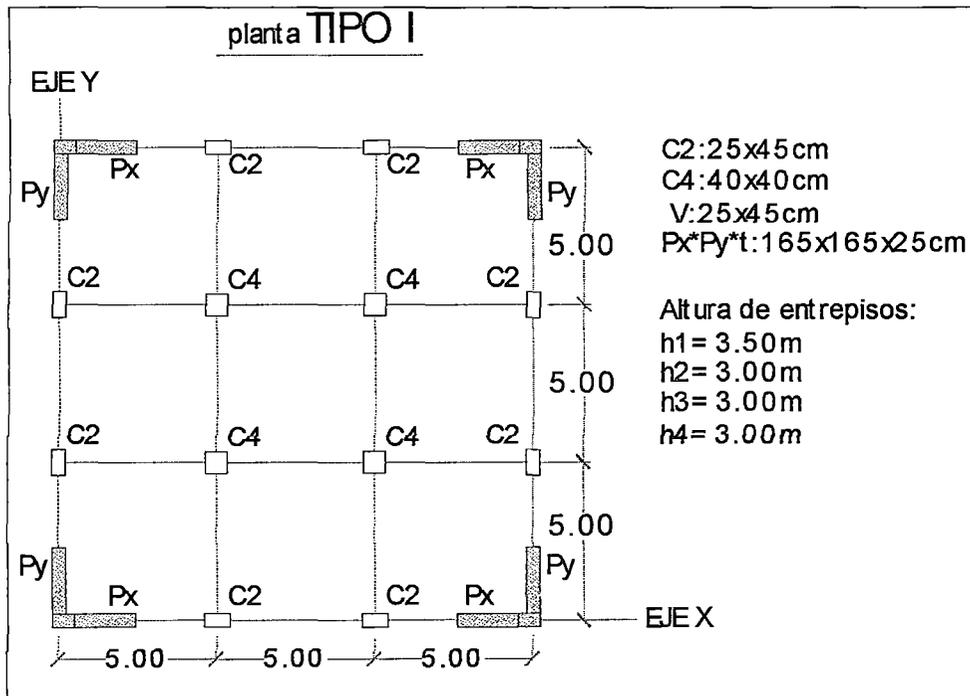


Fig. 3.6 Planta tipo I, área 225 m² y altura de 4 pisos

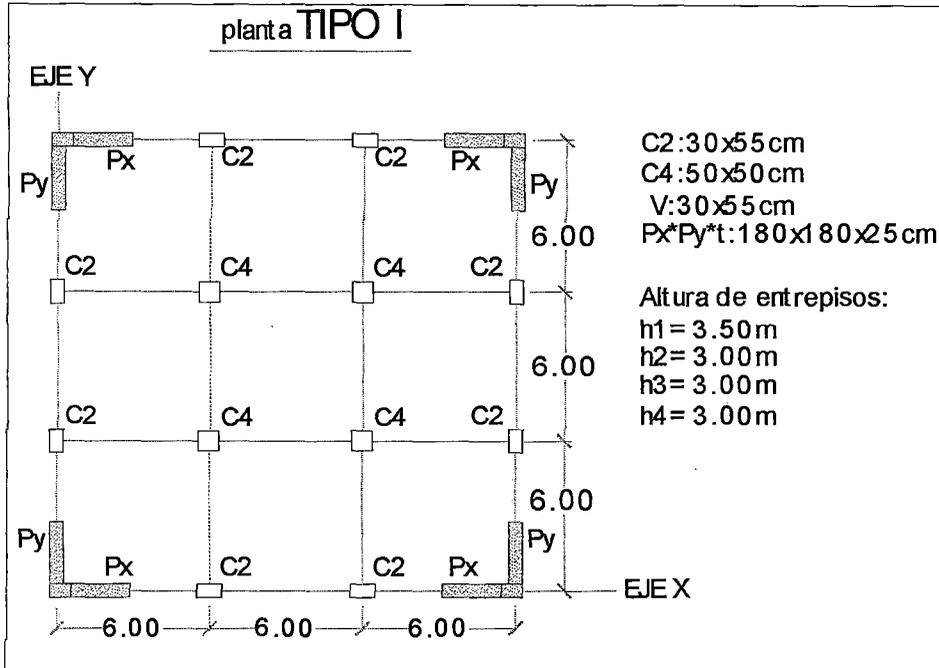


Fig. 3.7 Planta tipo I, área 324 m² y altura de 4 pisos

Planta **TIPO I CA**

Planta_TICA_4P_3L(4m, 5m y 6m)						Excentricidades					
						ex1=0.90		ex2=1.13		ex3=1.33	
Atr(m ²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve (Tn)	ΔRNC (cm)	Peso Total (Tn)	Ap (m ²)	Td (seg)	Te (seg)
Acol	Amt	specx	specy	specx	Specy						
1.64	3.21	0.507	1.071	115.8	115.3	99.3	2.10	496.4	144	0.344	0.40
1.74	3.00	0.820	1.525	155.4	154.8	142.9	2.10	714.7	225	0.420	0.40
2.62	2.90	1.100	1.968	246.8	247.7	221.0	2.10	1104.8	324	0.465	0.40

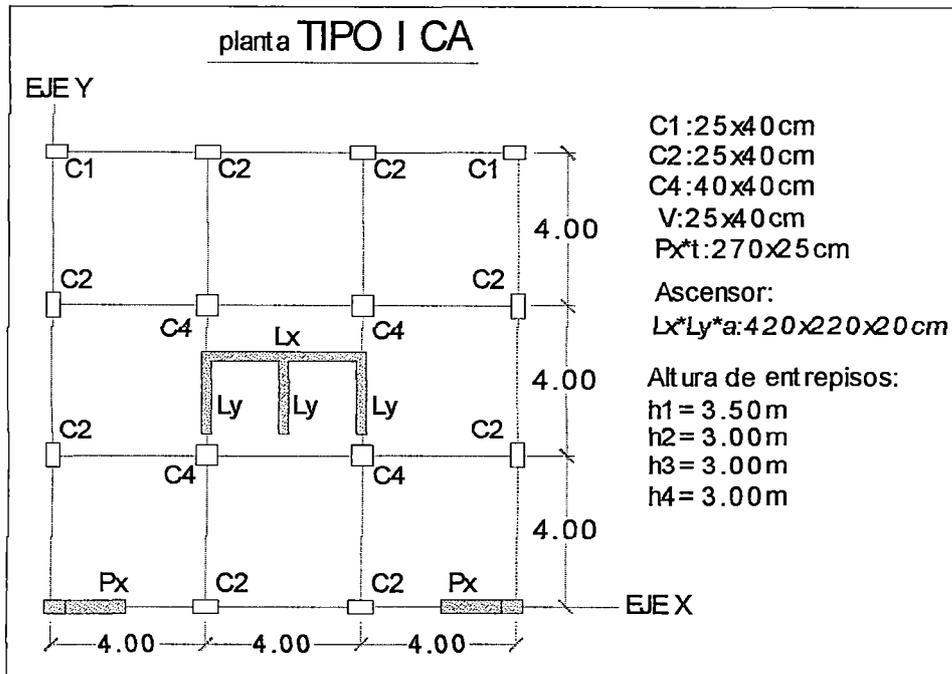


Fig. 3.8 Planta tipo I CA, área 144 m² y altura de 4 pisos

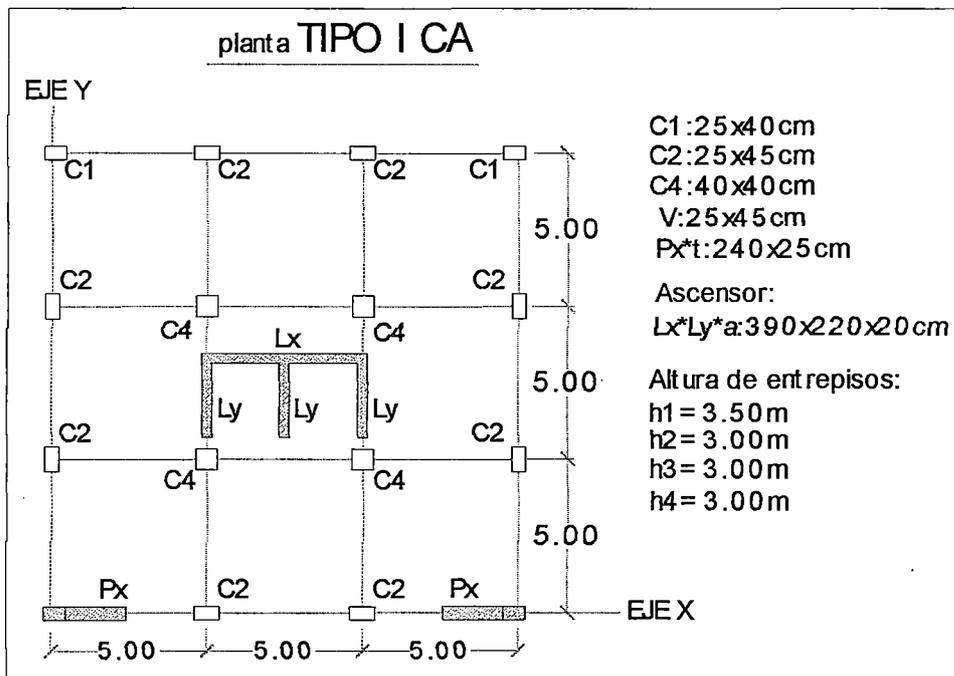


Fig. 3.9 Planta tipo I CA, área 225 m² y altura de 4 pisos

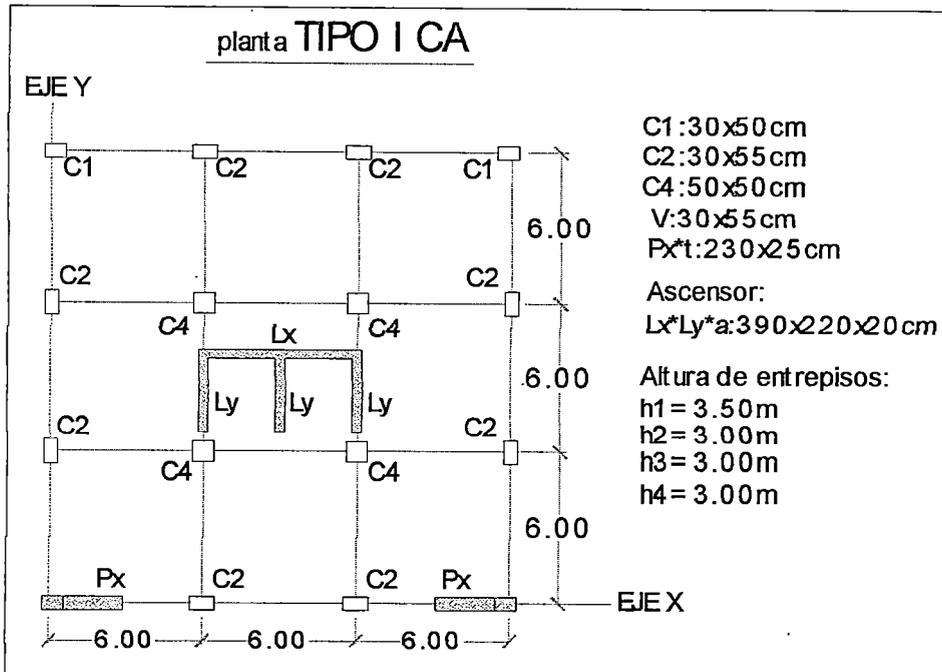


Fig. 3.10 Planta tipo I CA, área 324 m² y altura de 4 pisos

Planta **TIPO II**

Planta_TIISA_4P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	Specy	(Tn)		(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
1.04	3.15	2.076	2.058	111.1	110.8	101.9	2.10	509.6	144	0.470	0.40
1.04	4.05	2.037	2.026	156.9	156.6	151.2	2.10	755.9	225	0.462	0.40
1.60	4.45	2.058	2.057	238.4	238.0	232.0	2.10	1160.1	324	0.469	0.40

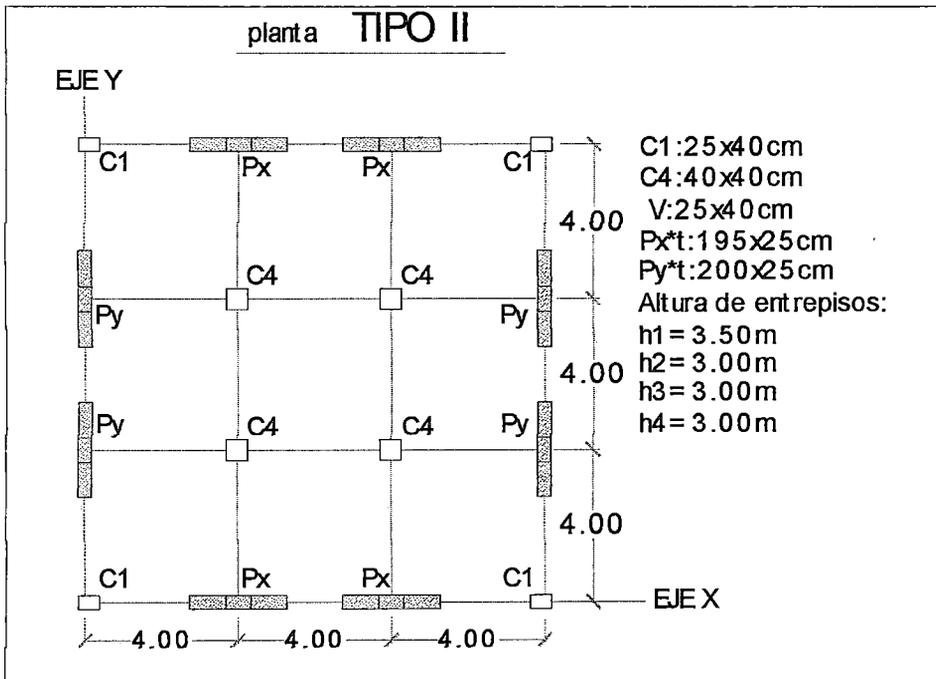


Fig. 3.11 Planta tipo II, área 144 m² y altura de 4 pisos

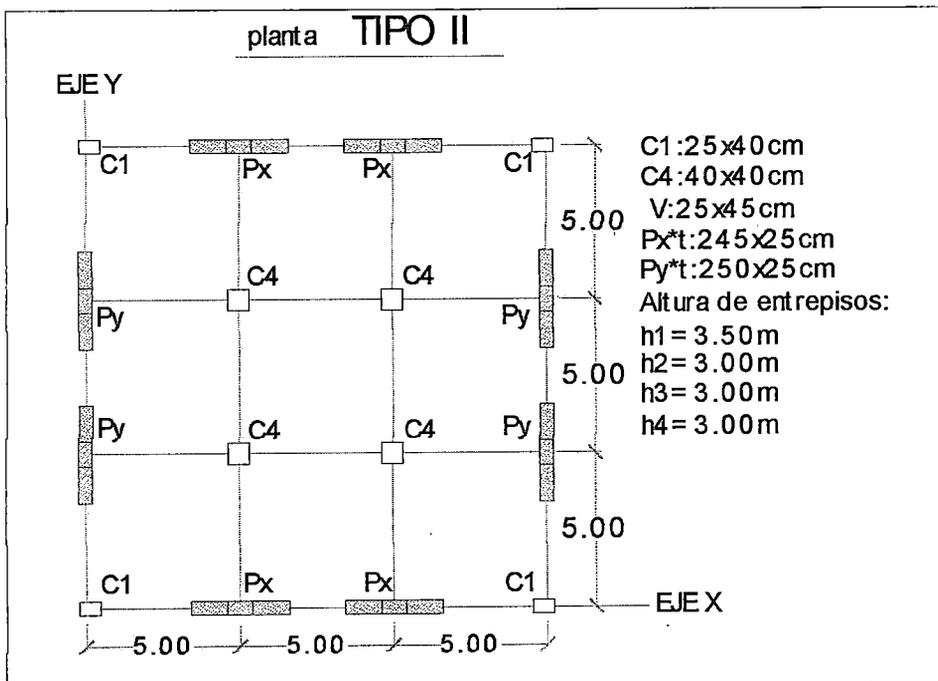


Fig. 3.12 Planta tipo II, área 225 m² y altura de 4 pisos

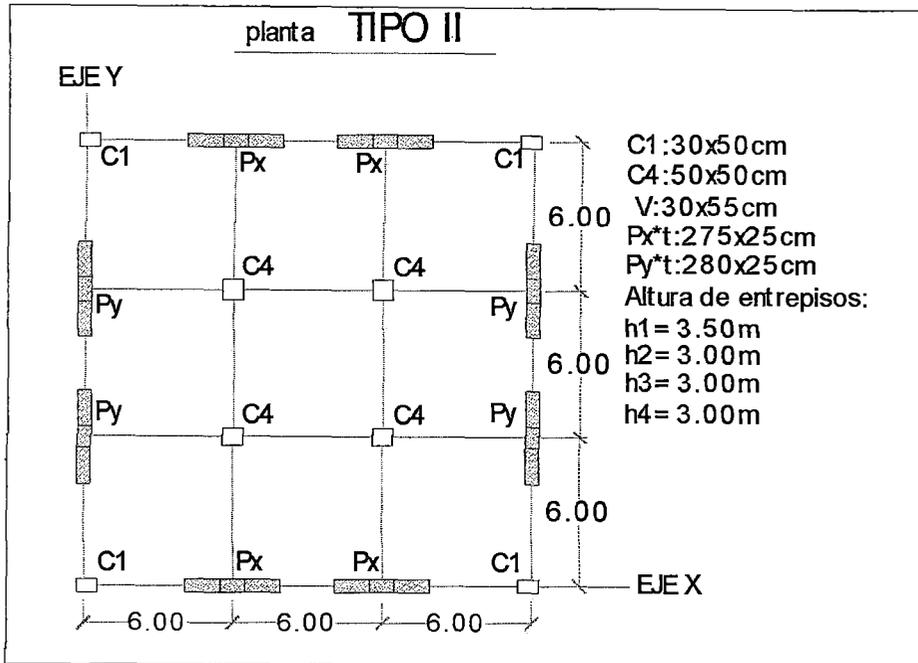


Fig. 3.13 Planta tipo II, área 324 m² y altura de 4 pisos

Planta TIPO III

Planta_TIIISA_4P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		Total			
							(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)	
0.64	3.85	2.032	2.050	117.0	117.2	105.5	2.10	520.7	144	0.467	0.40
0.64	5.15	2.001	2.004	163.7	163.7	156.8	2.10	784.2	225	0.458	0.40
1.00	5.50	2.079	2.083	245.6	245.6	237.5	2.10	1187.2	324	0.471	0.40

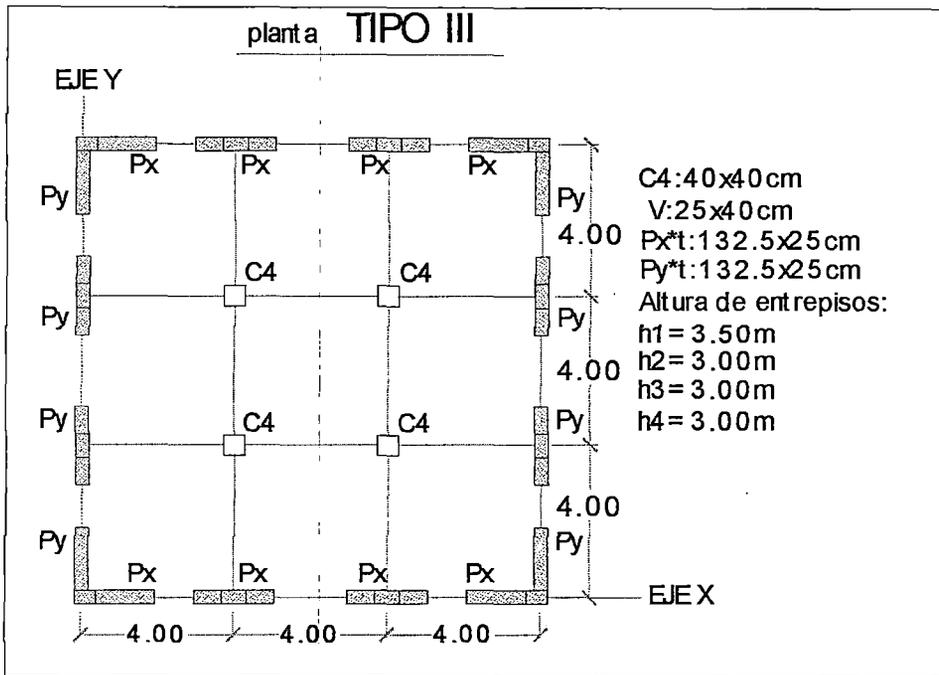


Fig. 3.14 Planta tipo III, área 144 m² y altura de 4 pisos

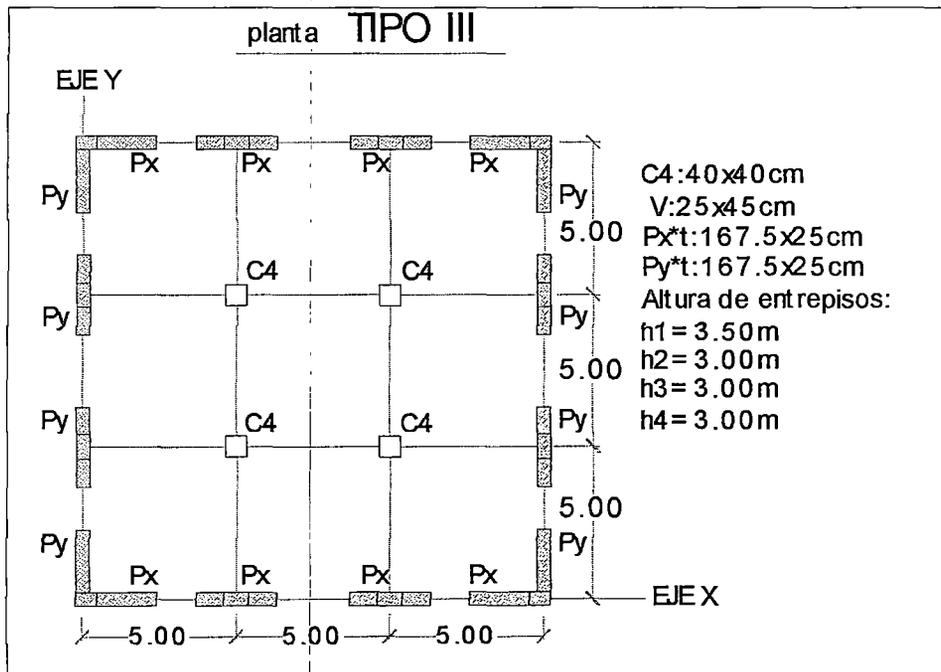


Fig. 3.15 Planta tipo III, área 225 m² y altura de 4 pisos

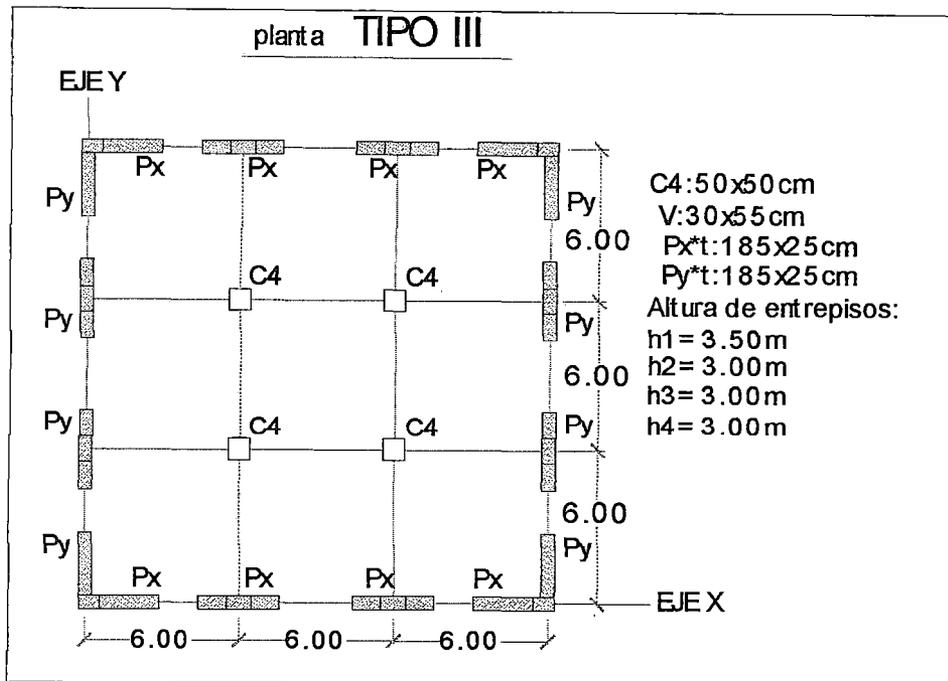


Fig. 3.16 Planta tipo III, área 324 m² y altura de 4 pisos

Estructuras de 8 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, Altura de entrepiso hi=3m

Planta TIPO IV

Planta_T4SP_8P_3L(4m,5m y 6m)											
Atr(m ²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
2.55	0.00	3.879	3.979	71.85	70.61	118.16	2.10	919.0	144	1.378	0.80
3.80	0.00	4.040	4.153	104.48	102.80	184.90	2.10	1438.1	225	1.438	0.80
6.10	0.00	3.698	3.779	183.56	180.90	297.46	2.10	2313.5	324	1.309	0.80

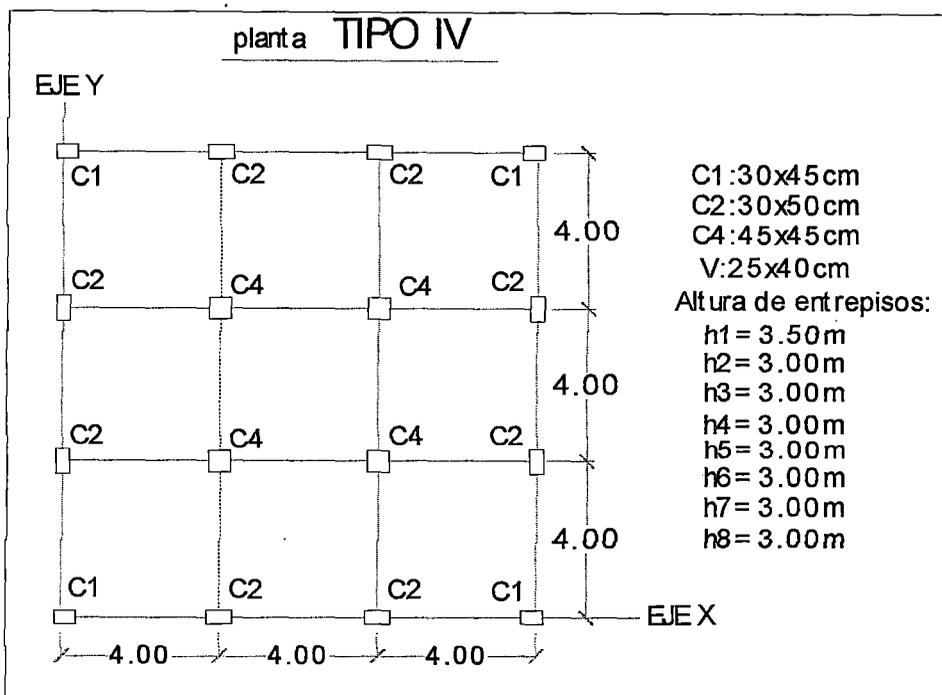


Fig. 3.17 Planta tipo IV, área 144 m² y altura de 8 pisos

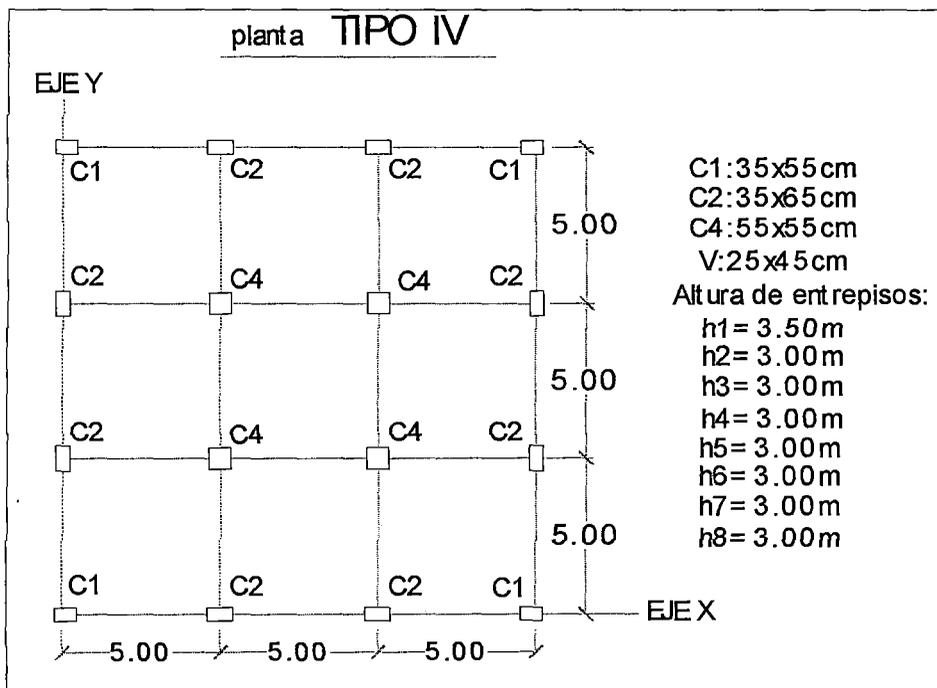


Fig. 3.18 Planta tipo IV, área 225 m² y altura de 8 pisos

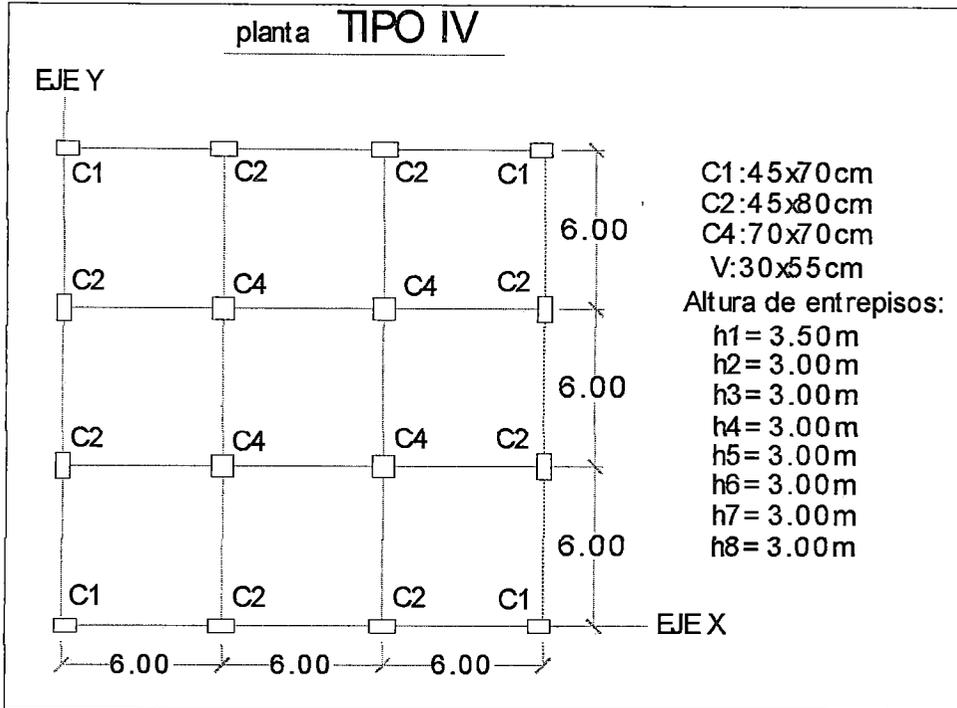


Fig. 3.19 Planta tipo IV, área 324 m² y altura de 8 pisos

Planta TIPO I

Planta_TISA_8P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m ²)		ΔRmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	Specy	(Tn)		(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
2.01	5.34	2.075	2.076	231.46	232.19	242.1	2.10	1210.6	144	0.695	0.80
3.03	6.12	2.075	2.076	325.36	325.17	354.5	2.10	1772.3	225	0.697	0.80
4.84	6.54	2.072	2.075	476.12	475.68	534.3	2.10	2670.6	324	0.709	0.80

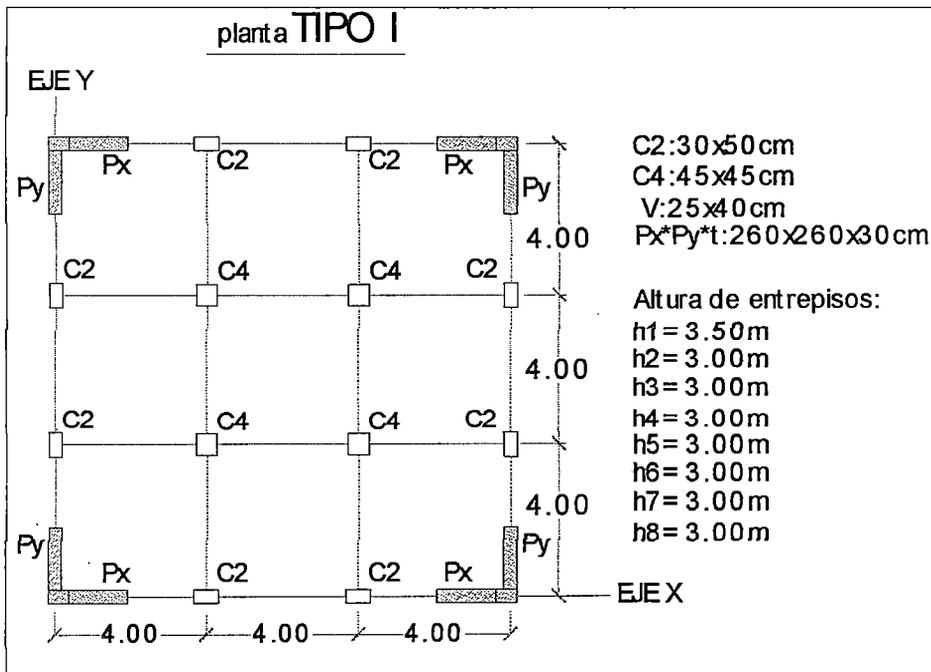


Fig. 3.20 Planta tipo I, área 144 m² y altura de 8 pisos

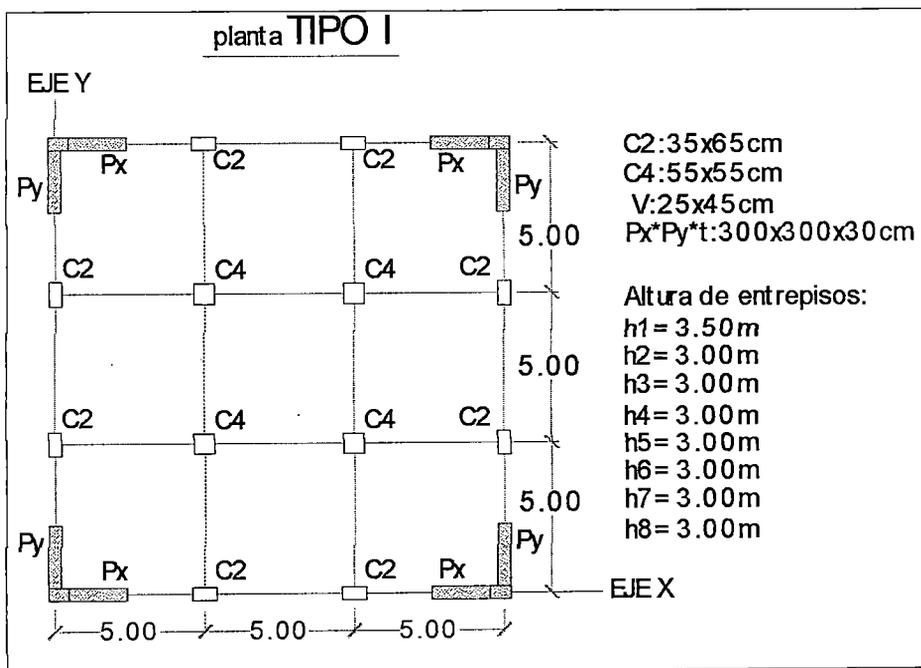


Fig. 3.21 Planta tipo I, área 225 m² y altura de 8 pisos

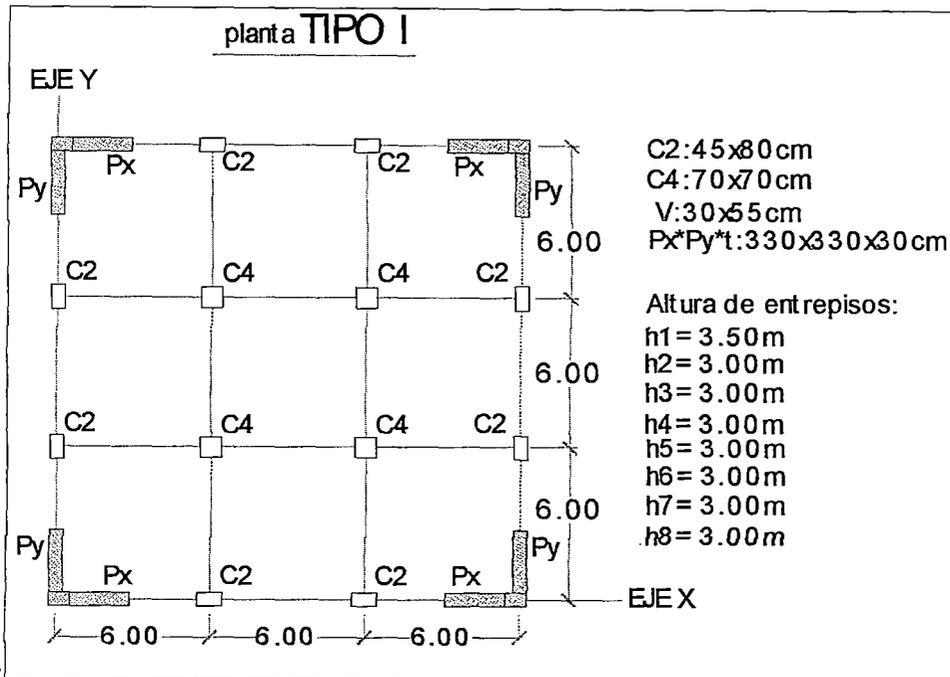


Fig. 3.22 Planta tipo I, área 324m² y altura de 8 pisos

Planta **TIPO I CA**

Planta_TICA_8P_3L(4m, 5m y 6m)						Excentricidades					
						ex1=0.597		ex2=0.120		ex3=0.955	
Atr(m ²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve (Tn)	ΔRNC (cm)	Peso Total (Tn)	Ap (m ²)	Td (seg)	Te (seg)
Acol	Amt	specx	specy	specx	Specy						
1.89	5.47	2.013	2.075	240.15	232.86	237.73	2.10	1188.6	144	0.699	0.80
2.75	7.15	2.040	2.085	349.02	341.90	360.26	2.10	1801.3	225	0.708	0.80
4.84	7.93	2.021	2.084	512.75	504.50	543.44	2.10	2717.2	324	0.714	0.80

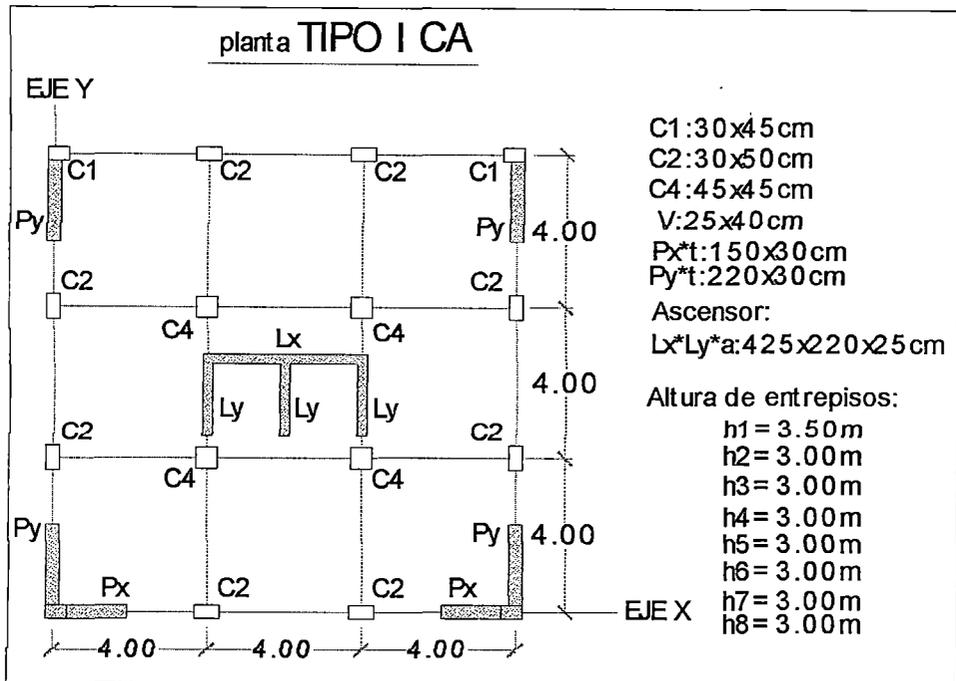


Fig. 3.23 Planta tipo I CA, área 144m² y altura de 8 pisos

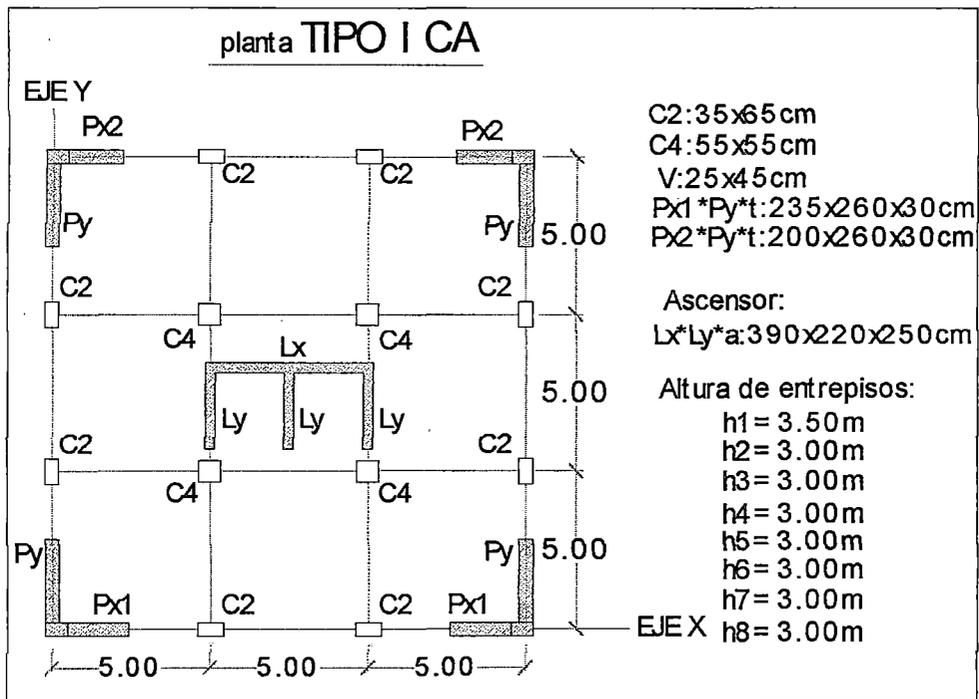


Fig. 3.24 Planta tipo I CA, área 225m² y altura de 8 pisos

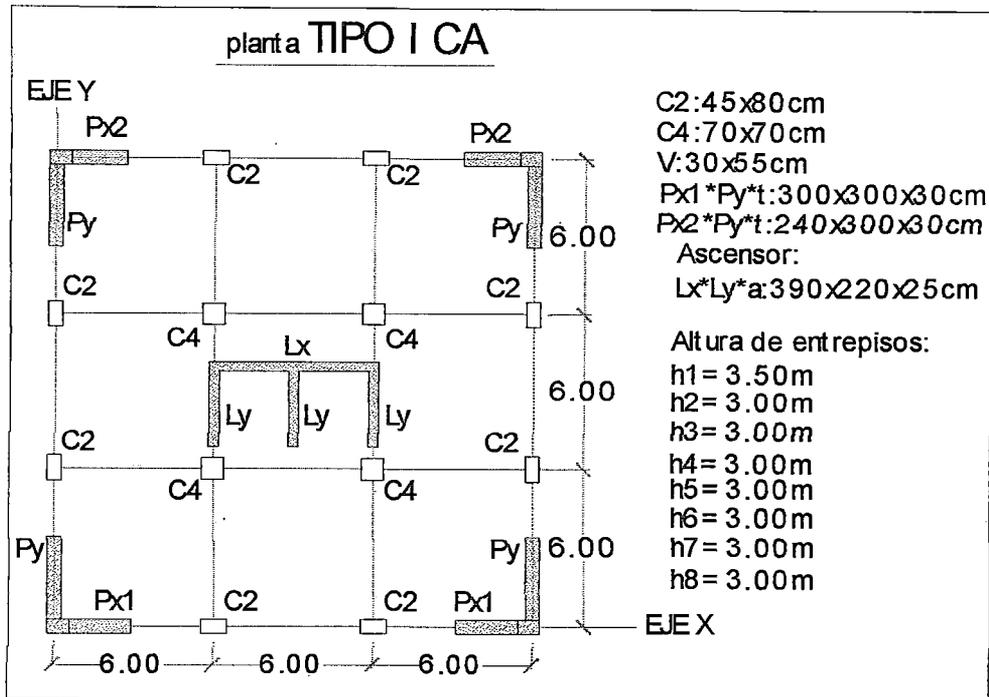


Fig. 3.25 Planta tipo I CA, área 324m² y altura de 8 pisos

Planta **TIPO II**

Planta_TIISA_8P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total (Tn)	Ap (m ²)	Td (seg)	Te (seg)
Acol	Amt	specx	specy	specx	Specy	(Tn)					
1.35	6.60	2.066	2.083	245.32	243.32	255.87	2.10	1279.4	144	0.701	0.80
1.98	8.04	2.078	2.091	344.38	342.61	375.42	2.10	1877.1	225	0.669	0.80
3.22	9.40	2.075	2.083	505.22	504.95	564.92	2.10	2824.6	324	0.696	0.80

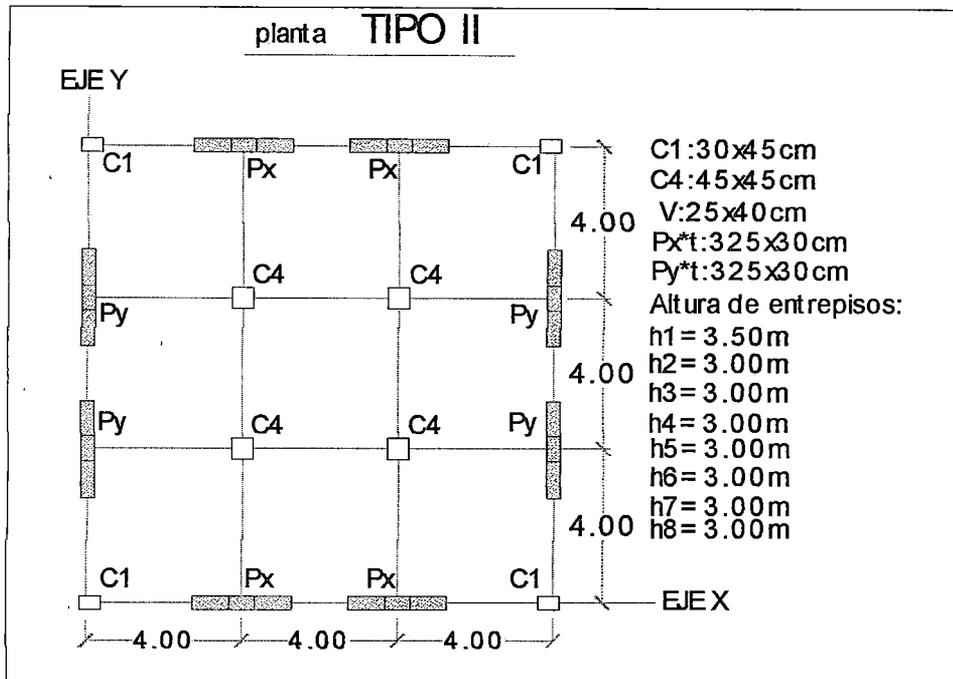


Fig. 3.26 Planta tipo II, área 144 m² y altura de 8 pisos

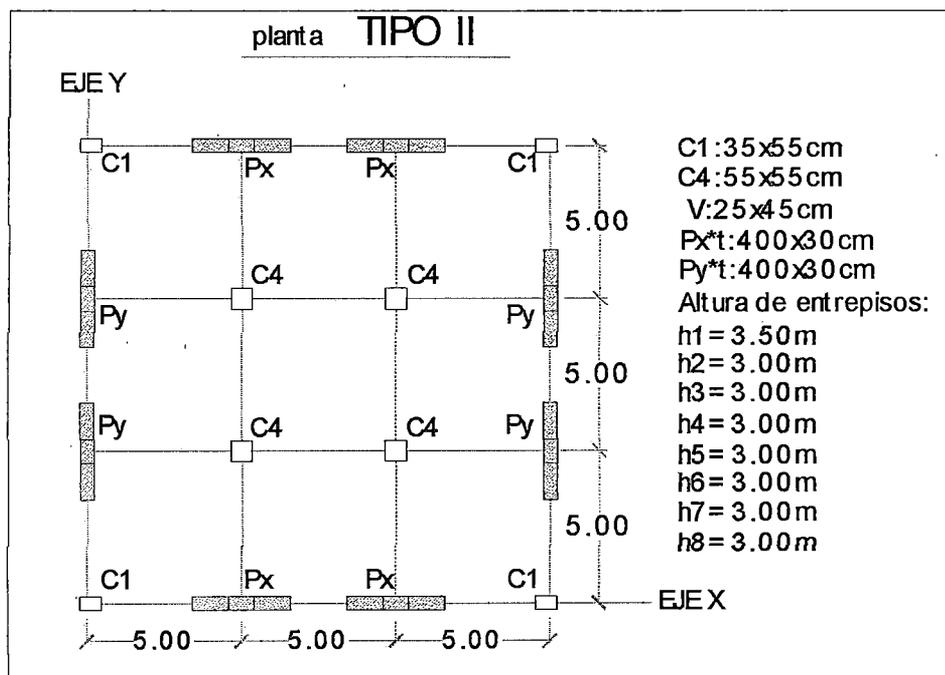


Fig. 3.27 Planta tipo II, área 225 m² y altura de 8 pisos

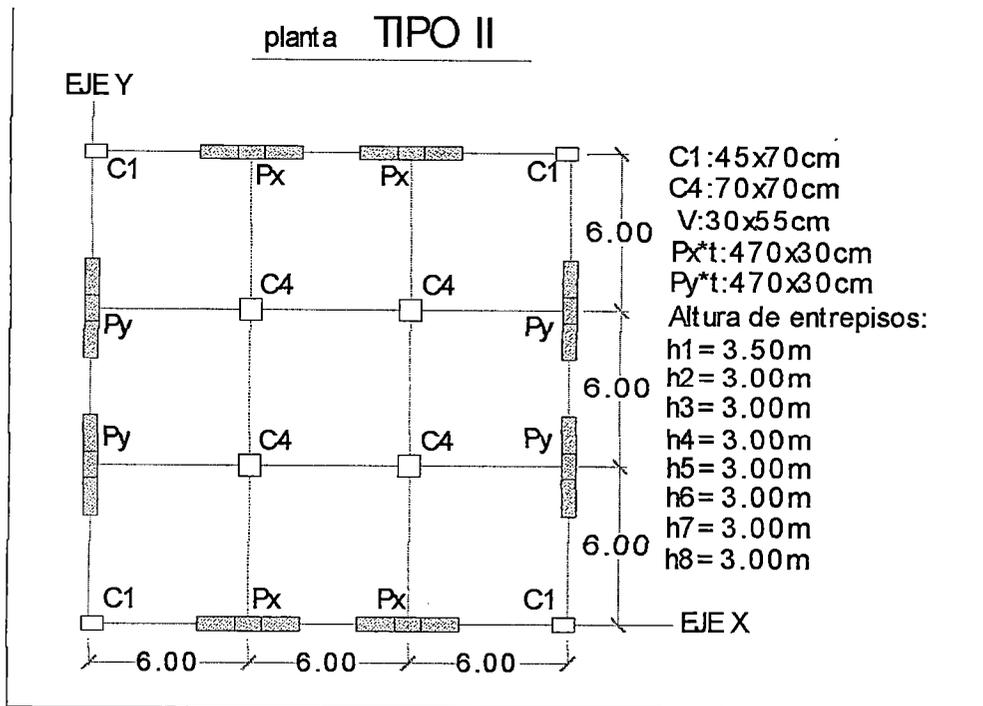


Fig. 3.28 Planta tipo II, área 324 m² y altura de 8 pisos

Planta **TIPO III**

Planta_TIIISA_8P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		Δmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		Total			
							(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)	
0.81	7.74	2.047	2.048	264.3	264.3	268.3	2.10	1341.6	144	0.697	0.80
1.21	7.20	2.059	2.059	349.8	349.7	366.2	2.10	1831.2	225	0.699	0.80
1.96	11.10	2.043	2.043	530.9	530.9	583.9	2.10	2919.6	324	0.694	0.80

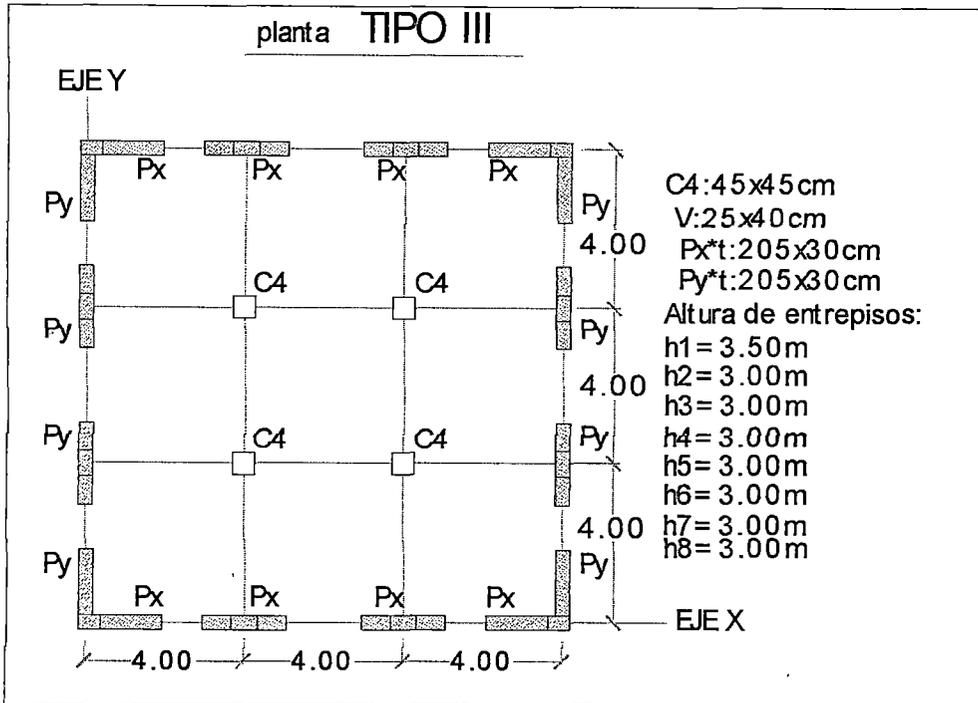


Fig. 3.29 Planta tipo III, área 144 m² y altura de 8 pisos

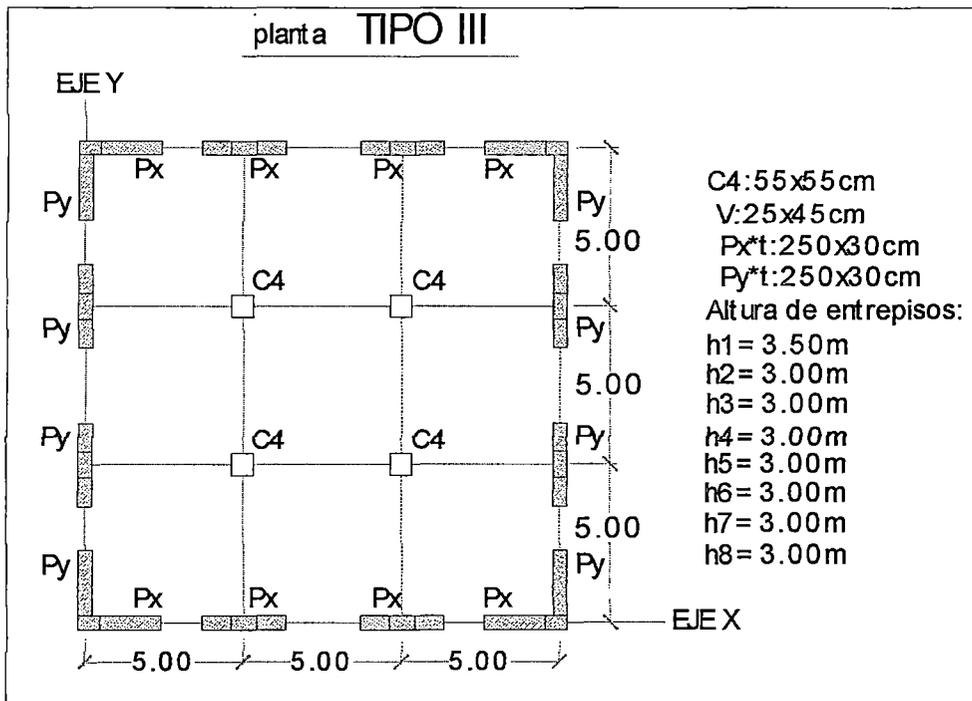


Fig. 3.30 Planta tipo III, área 225 m² y altura de 8 pisos

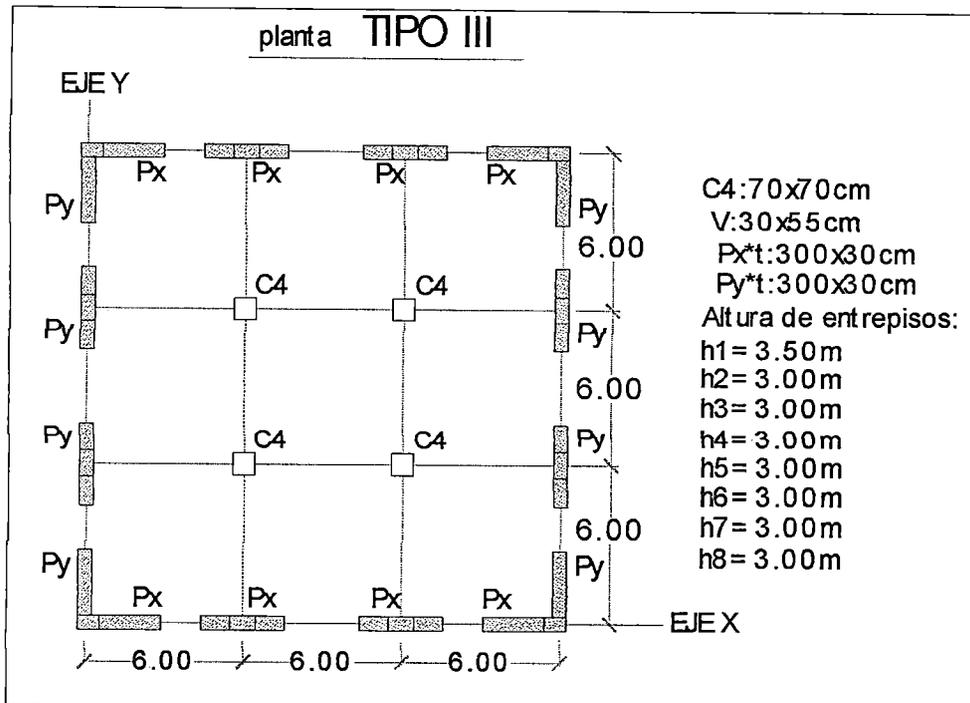


Fig. 3.31 Planta tipo III, área 324 m² y altura de 8 pisos

Estructuras de 12 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, Altura de entresijo hi=3m

Planta **TIPO IV**

Planta_T4SP_12P_3L(4m,5m y 6m)											
Atr(m²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total (Tn)	Ap (m²)	Td (seg)	Te (seg)
Acol	Amt	specx	specy	specx	Specy	(Tn)					
3.80	0.00	5.310	5.483	105.6	105.5	129.1	2.10	1495.6	144	2.047	1.20
5.80	0.00	6.244	6.454	160.0	159.9	202.3	2.10	2343.7	225	2.193	1.20
9.05	0.00	5.316	5.450	259.6	259.4	323.3	2.10	3745.7	324	2.012	1.20

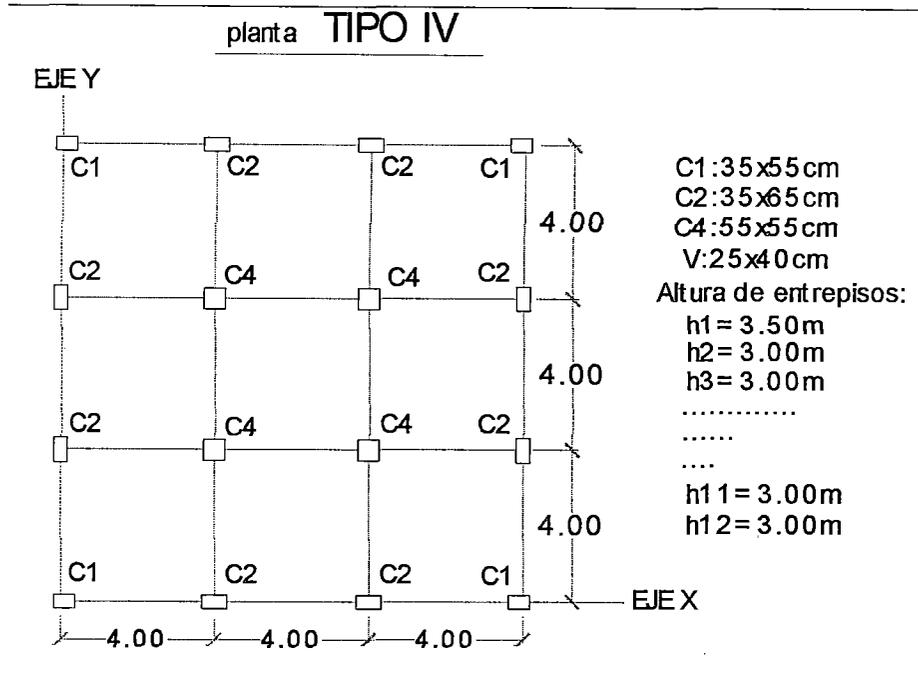


Fig. 3.32 Planta tipo IV, área 144 m² y altura de 12 pisos

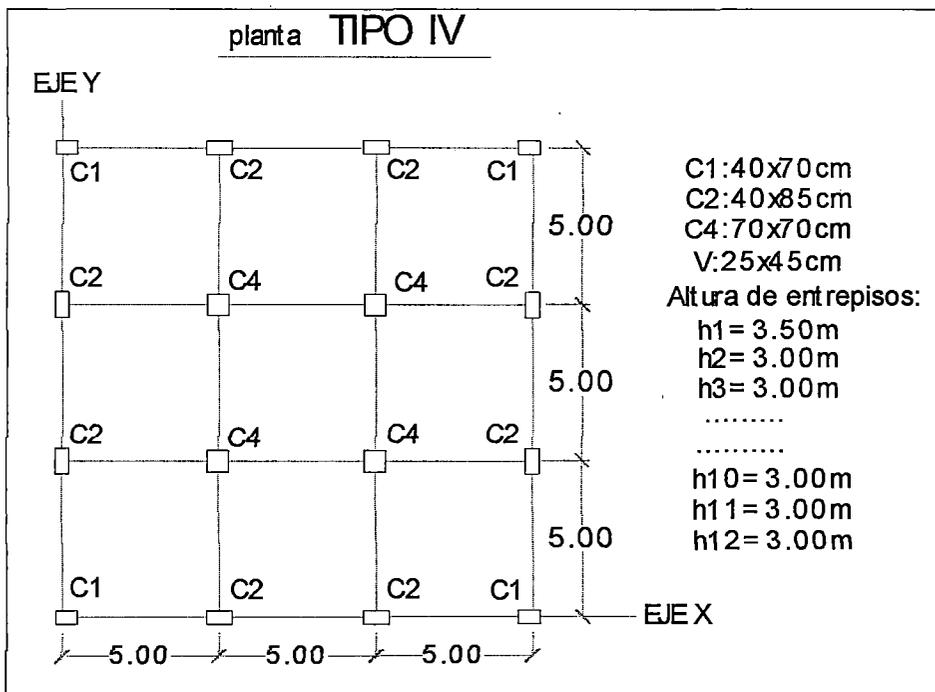


Fig. 3.33 Planta tipo IV, área 225 m² y altura de 12 pisos

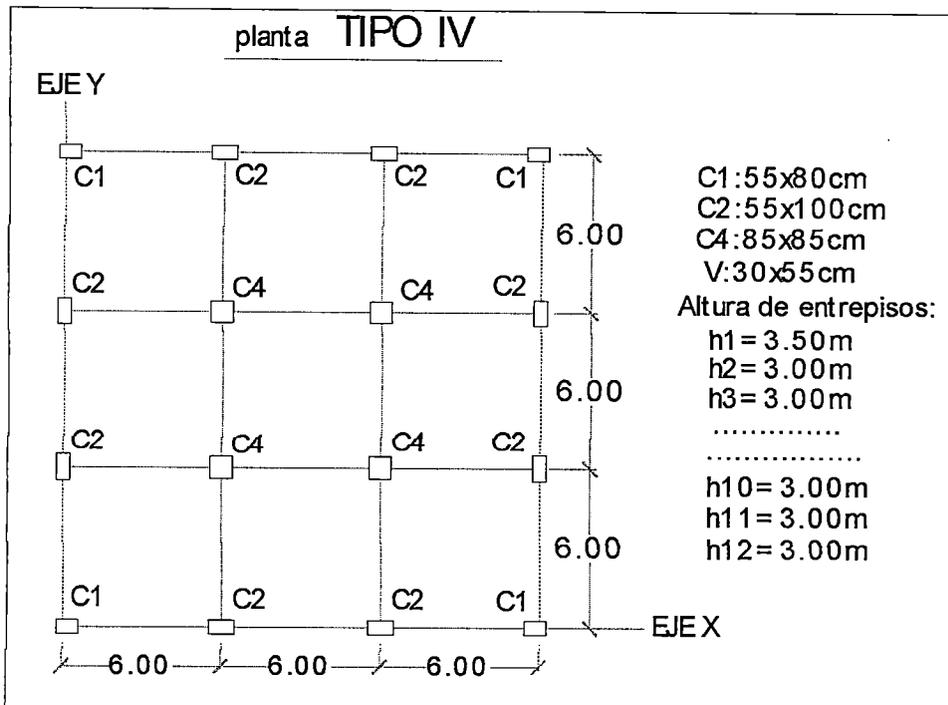


Fig. 3.34 Planta tipo IV, área 324 m² y altura de 12 pisos

Planta **TIPO I**

Planta_TISA_12P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total (Tn)	Ap (m²)	Td (seg)	Te (seg)
Acol	Amt	specx	specy	specx	Specy	(Tn)					
3.03	8.54	2.099	2.100	317.3	317.2	435.5	2.10	2207.8	144	1.000	1.20
4.68	8.82	2.082	2.083	416.0	415.9	607.4	2.10	3079.3	225	1.024	1.20
6.36	9.03	2.071	2.071	581.8	581.7	887.4	2.10	4498.9	324	1.046	1.20

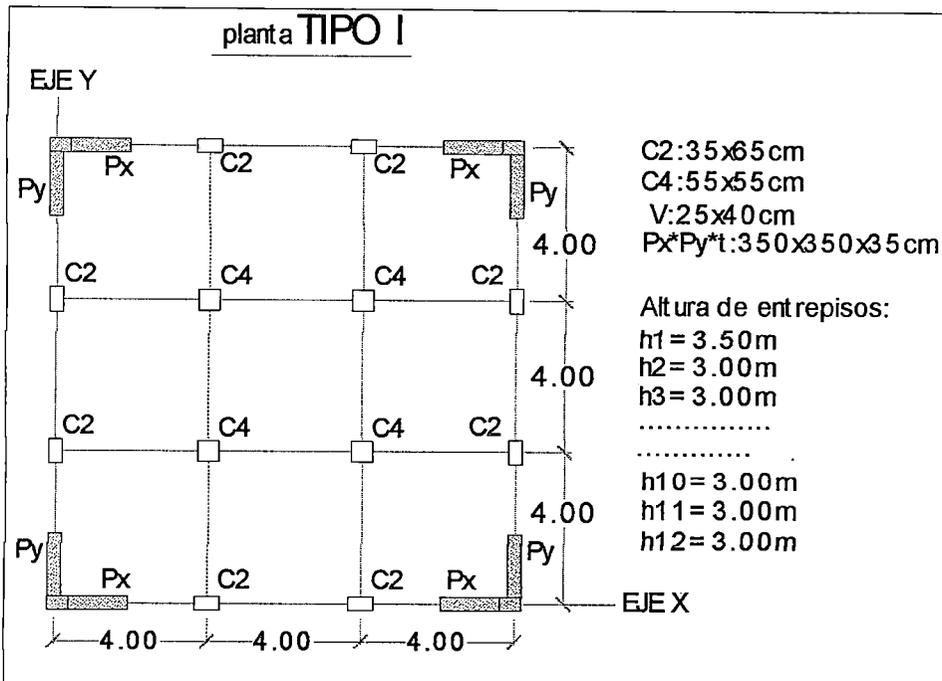


Fig. 3.35 Planta tipo I, área 144 m² y altura de 12 pisos

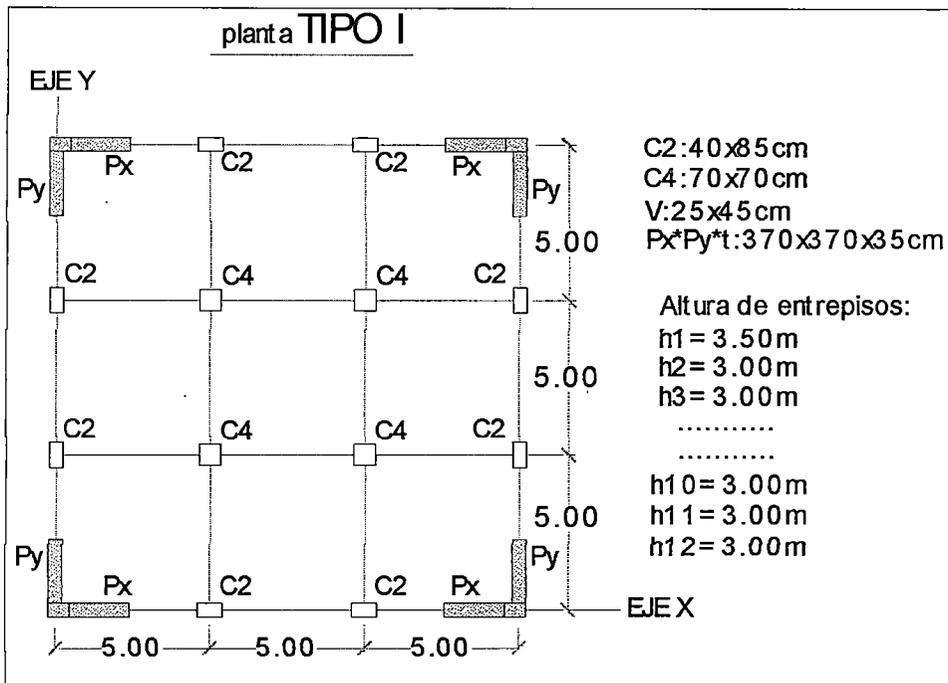


Fig. 3.36 Planta tipo I, área 225 m² y altura de 12 pisos

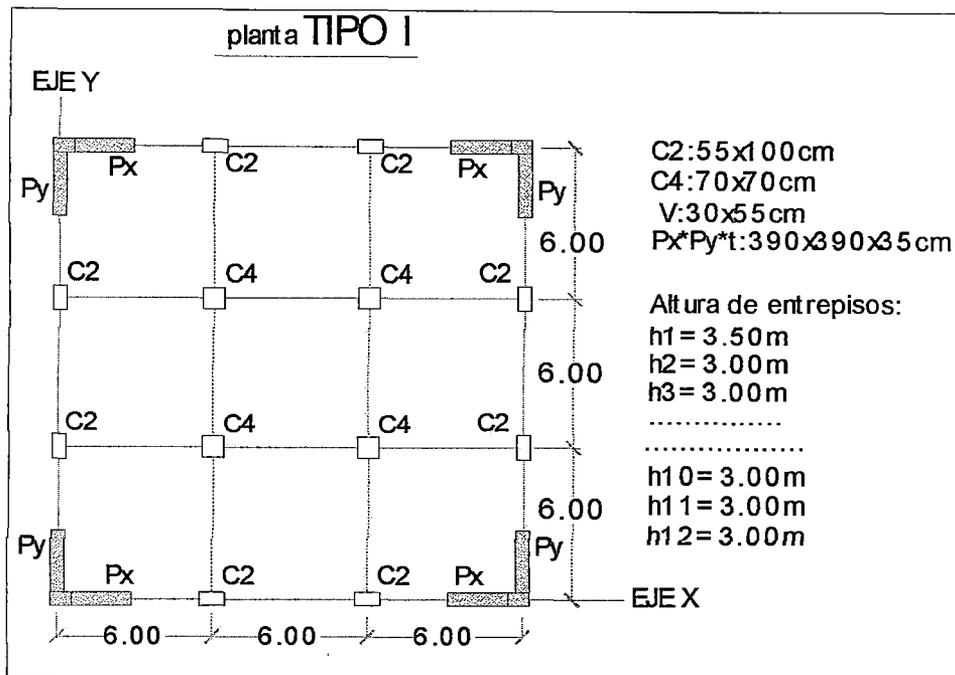


Fig. 3.37 Planta tipo I, área 324 m² y altura de 12 pisos

Planta **TIPO I CA**

Planta_TICA_12P_3L(4m, 5m y 6m)						Excentricidades					
						ex1=0.09		ex2=0.417		ex3=0.26	
Atr(m²)		ΔRmax (cm)		Vd (ton)		Ve (Tn)	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy			(Tn)	(Tn)	(m ²)	(seg)
3.03	9.35	2.061	2.051	326.7	329.3	440.2	2.10	2231.5	144	1.017	1.20
4.68	10.54	2.069	2.088	443.6	440.0	627.1	2.10	3178.9	225	1.045	1.20
6.36	10.97	2.096	2.094	613.8	613.9	779.8	2.10	4612.1	324	1.064	1.20

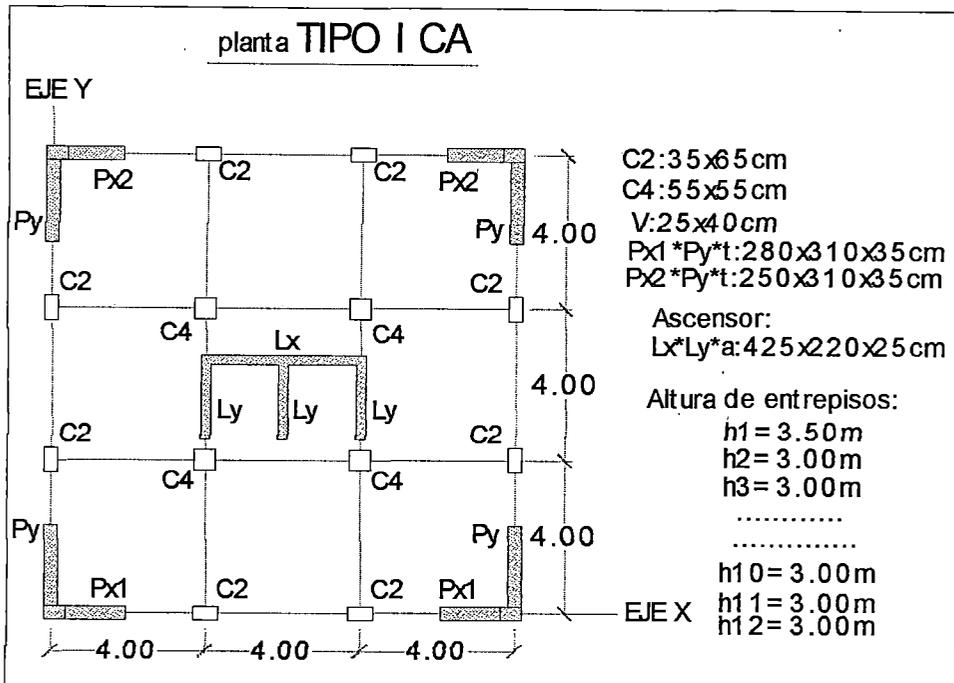


Fig. 3.38 Planta tipo I CA, área 144 m² y altura de 12 pisos

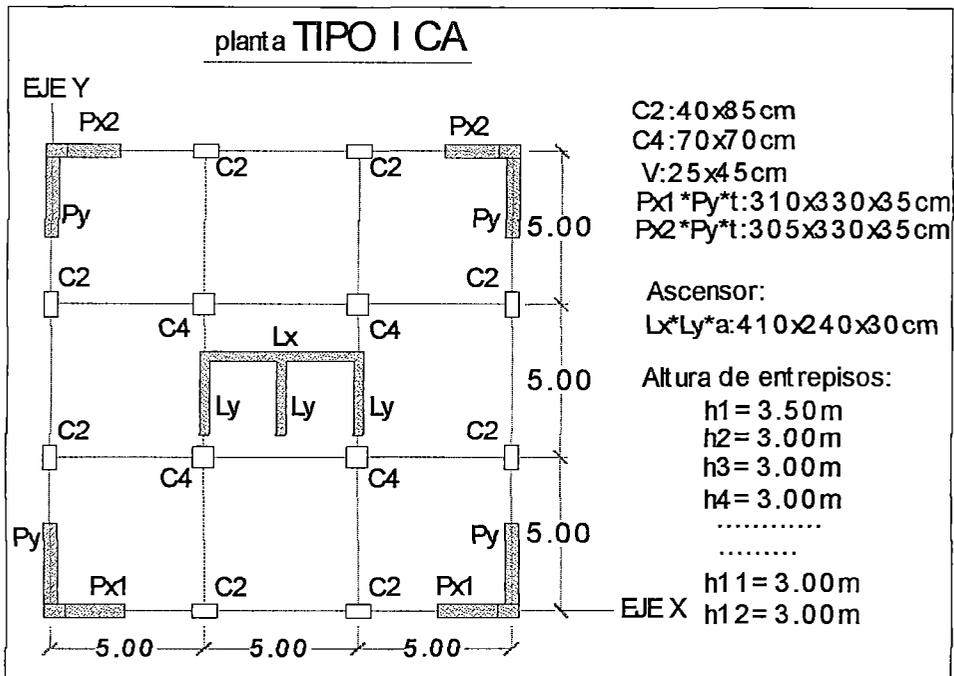


Fig. 3.39 Planta tipo I CA, área 225 m² y altura de 12 pisos

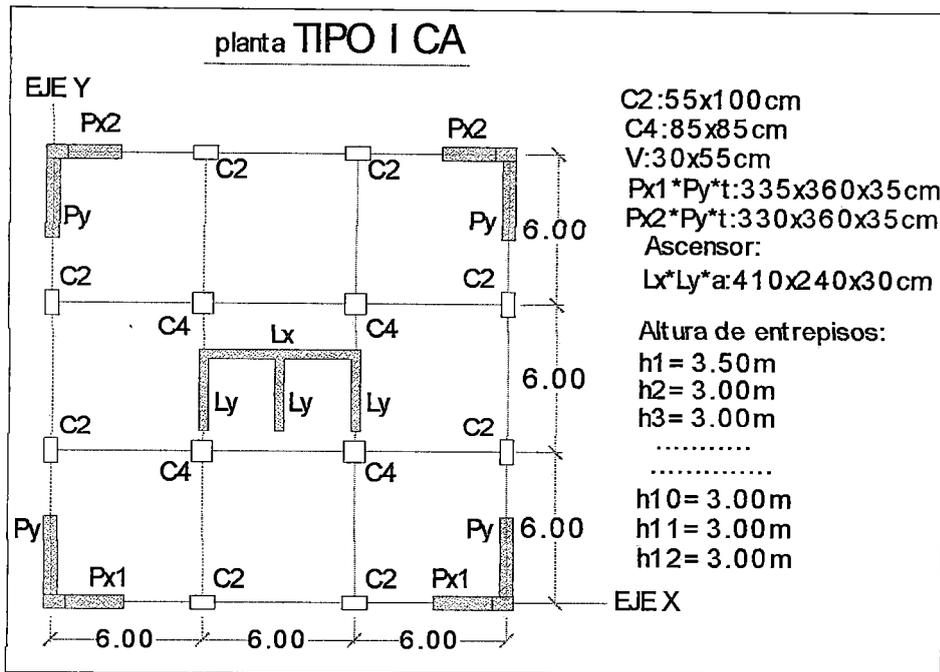


Fig. 3.40 Planta tipo I CA, área 324 m² y altura de 12 pisos

Planta TIPO II

Planta_TIISA_12P_3L(4m, 5m y 6m)

Atr(m ²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
1.98	8.05	2.083	2.050	299.1	304.0	427.5	2.10	2166.9	144	1.032	1.20
3.08	9.66	2.067	2.080	420.6	418.8	621.2	2.10	3149.3	225	1.030	1.20
4.65	11.27	2.094	2.058	613.9	623.2	924.3	2.10	4685.7	324	1.047	1.20

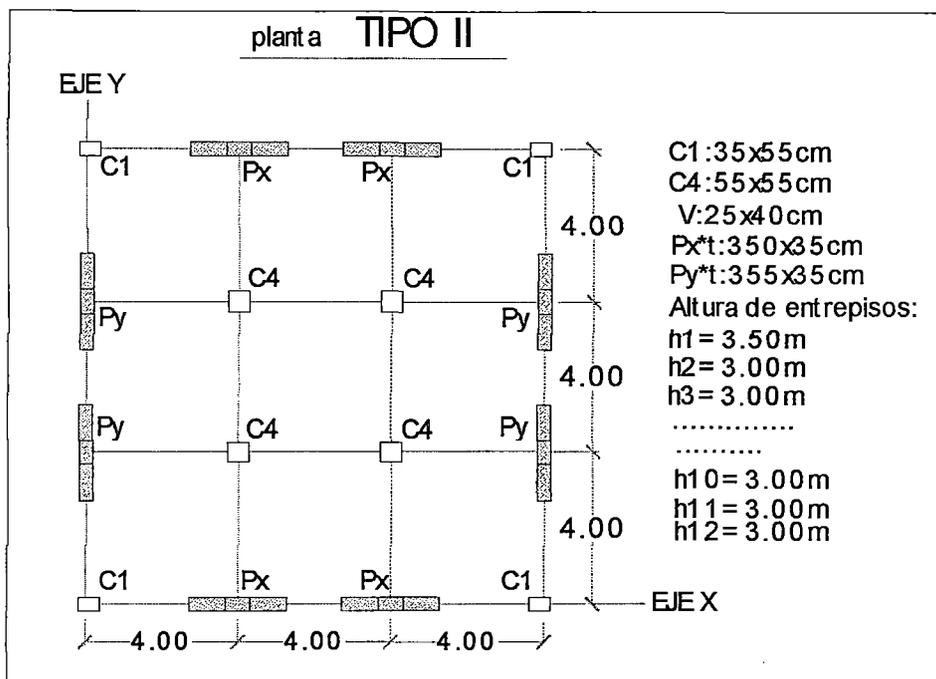


Fig. 3.41 Planta tipo II, área 144 m² y altura de 12 pisos

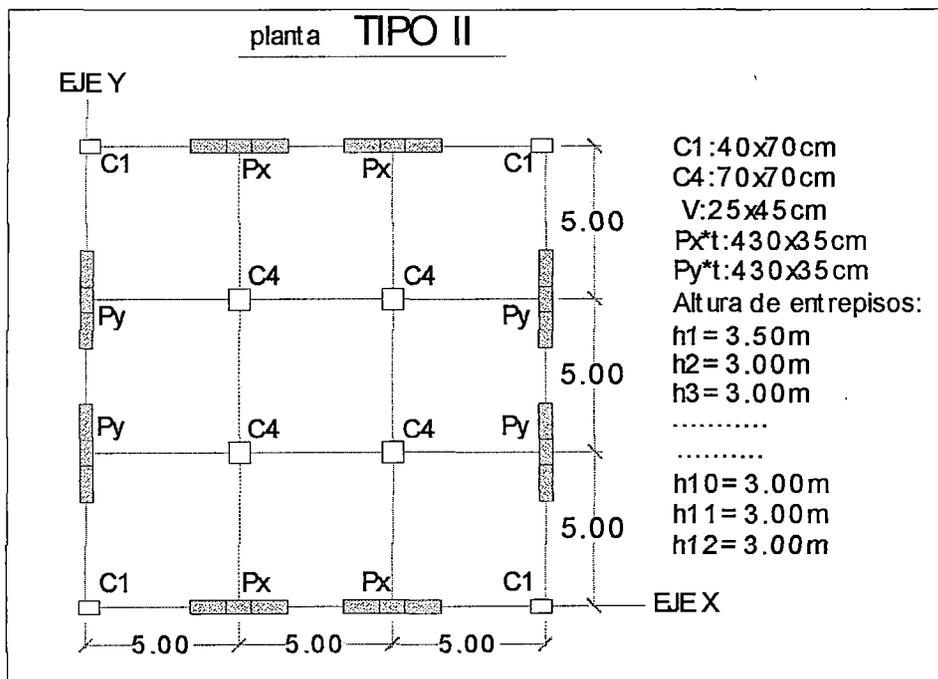


Fig. 3.42 Planta tipo II, área 225 m² y altura de 12 pisos

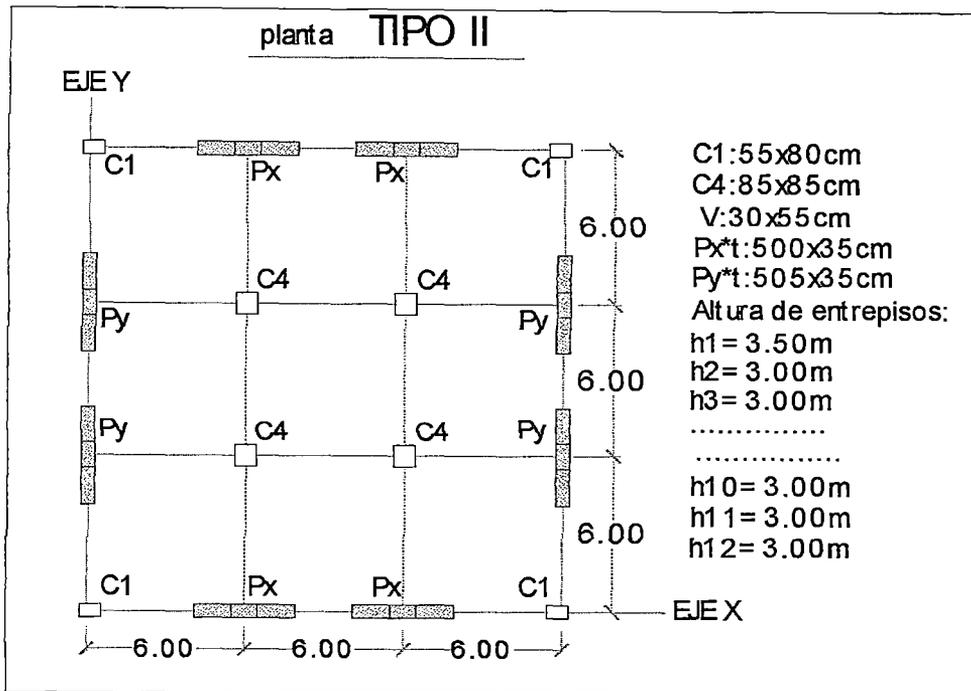


Fig. 3.43 Planta tipo II, área 324 m² y altura de 12 pisos

Planta **TIPO III**

Planta_TIIISA_12P_3L (4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
1.21	8.96	2.044	2.044	315.1	315.1	442.4	2.10	2242.8	144	1.039	1.20
1.96	10.92	2.067	2.067	434.7	434.6	642.0	2.10	3254.5	225	1.046	1.20
2.89	12.67	2.066	2.066	614.0	613.9	947.3	2.10	4802.5	324	1.048	1.20

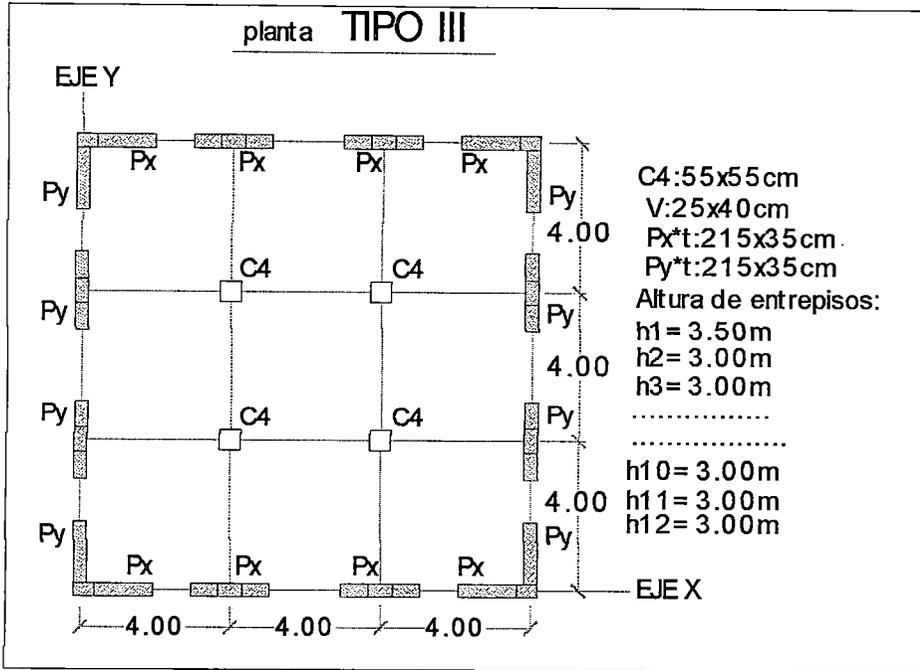


Fig. 3.44 Planta tipo III, área 144 m² y altura de 12 pisos

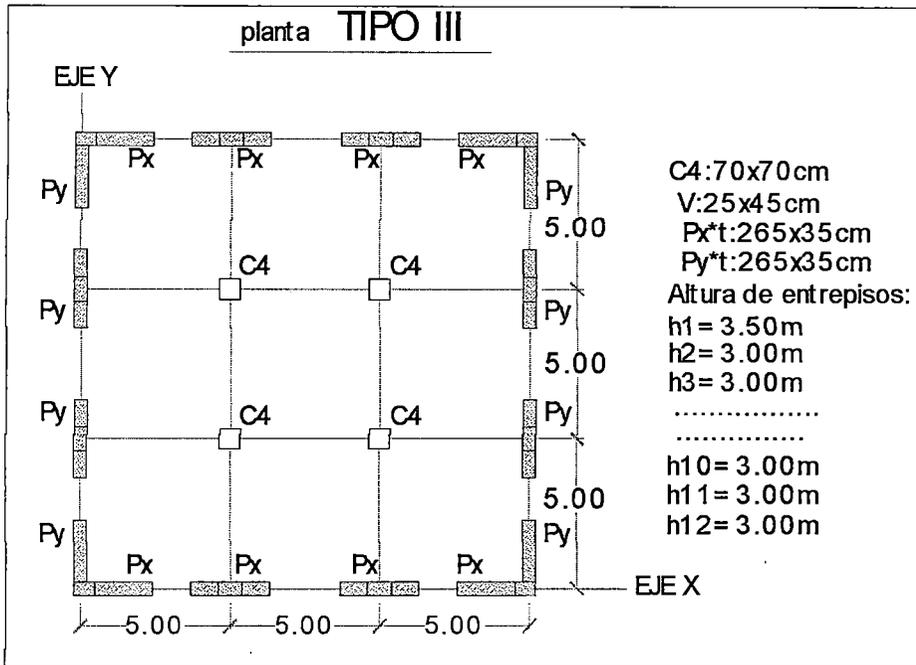


Fig. 3.45 Planta tipo III, área 225 m² y altura de 12 pisos

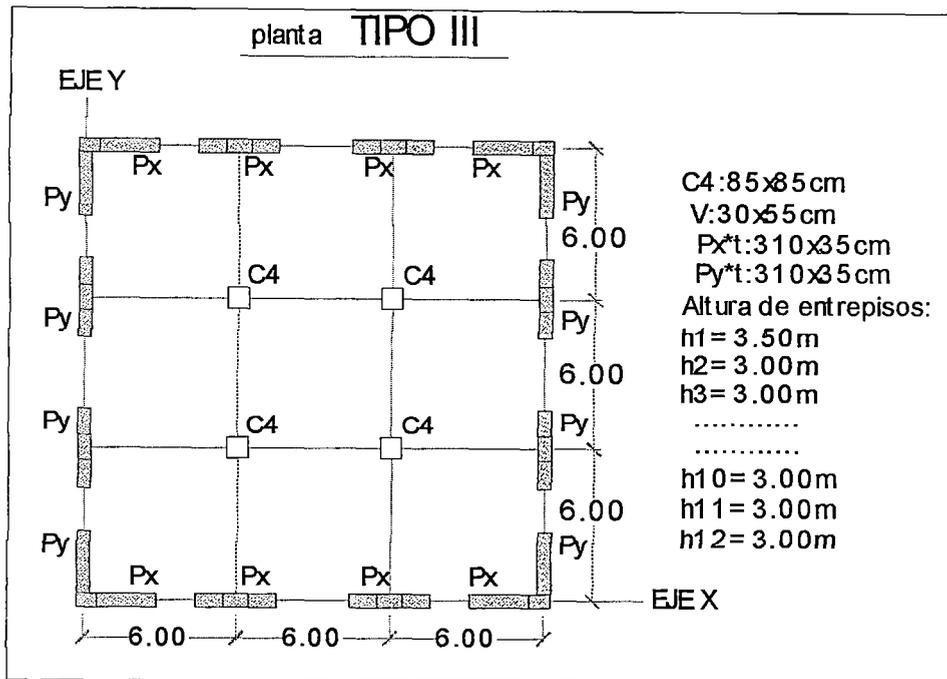


Fig. 3.46 Planta tipo III, área 324 m² y altura de 12 pisos

Estructuras de 16 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, Altura de entresijo $h_i=3m$

Planta **TIPO IV**

Planta_T4SP_16P_3L(4m,5m y 6m)											
Atr(m²)		Armax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap (m²)	Td (seg)	Te (seg)
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		(Tn)			
5.29	0.00	8.180	8.300	151.9	152.1	276.3	2.10	1592.3	144	2.826	1.60
7.76	0.00	9.638	9.872	230.1	230.5	218.2	2.10	3360.0	225	3.056	1.60
12.19	0.00	8.112	8.291	372.7	372.8	348.7	2.10	5369.2	324	2.805	1.60

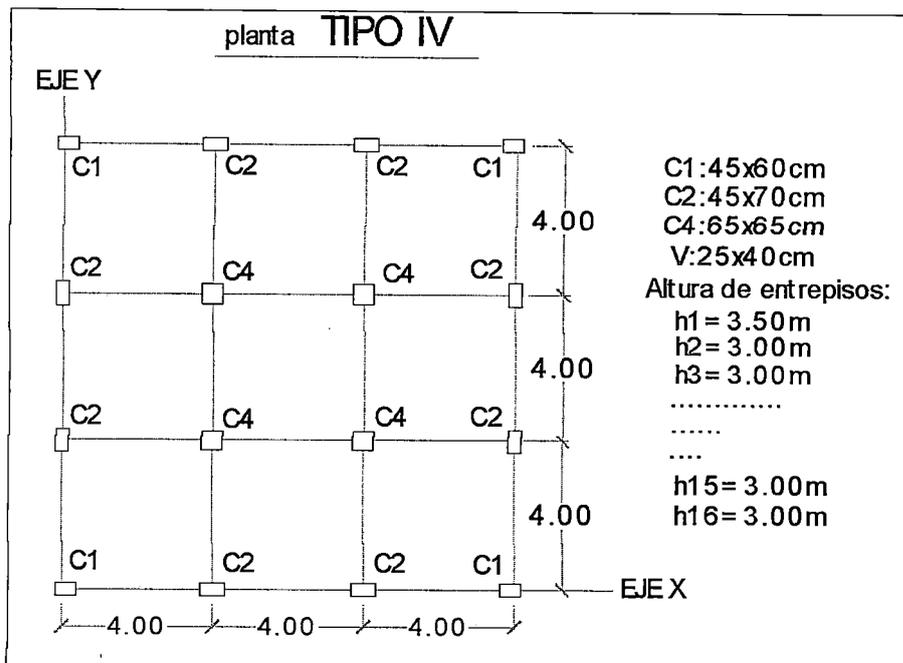


Fig. 3.47 Planta tipo IV, área 144 m² y altura de 16 pisos

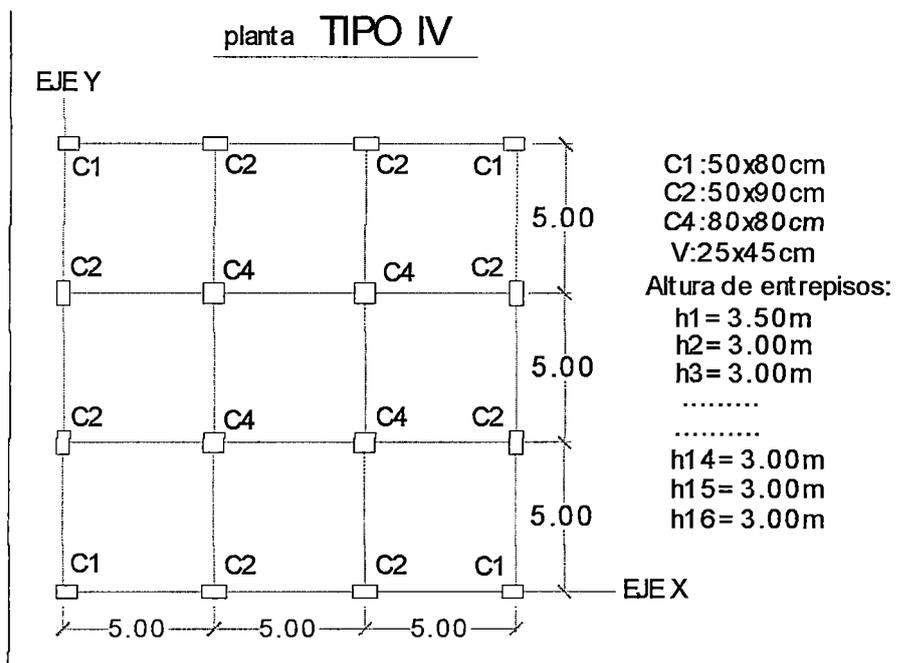


Fig. 3.48 Planta tipo IV, área 225 m² y altura de 16 pisos

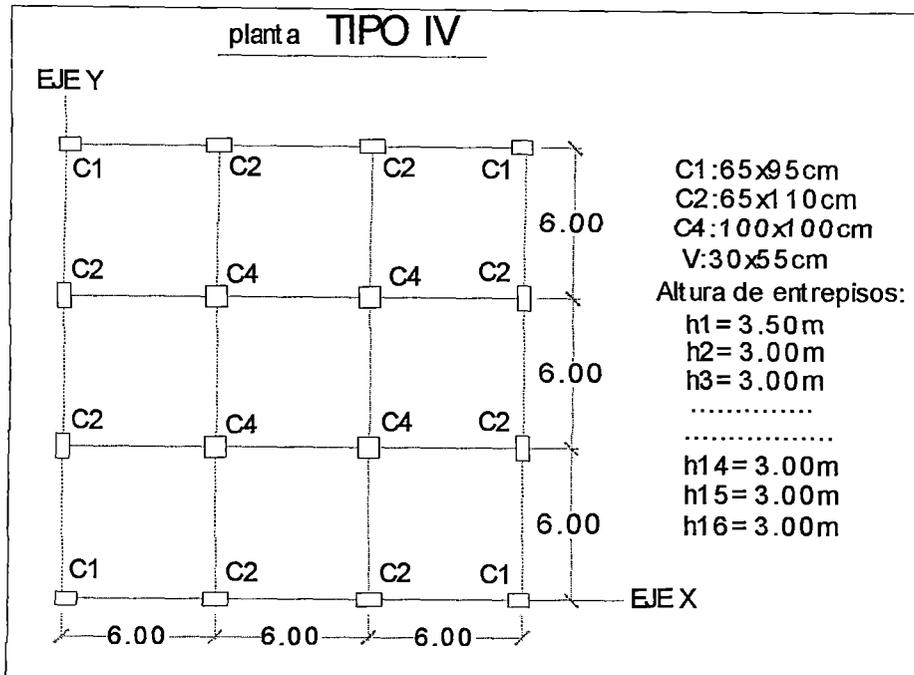


Fig. 3.49 Planta tipo IV, área 324 m² y altura de 16 pisos

Planta **TIPO I**

Planta_TISA_16P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		ΔRmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		Total			
								(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
1.69	10.96	2.072	2.072	399.6	399.6	504.9	2.10	7038.8	144	1.326	1.60
2.56	13.12	2.080	2.079	556.0	556.0	717.3	2.10	4832.1	225	1.299	1.60
4.00	14.88	2.050	2.048	887.6	887.6	1044.9	2.10	3400.8	324	1.278	1.60

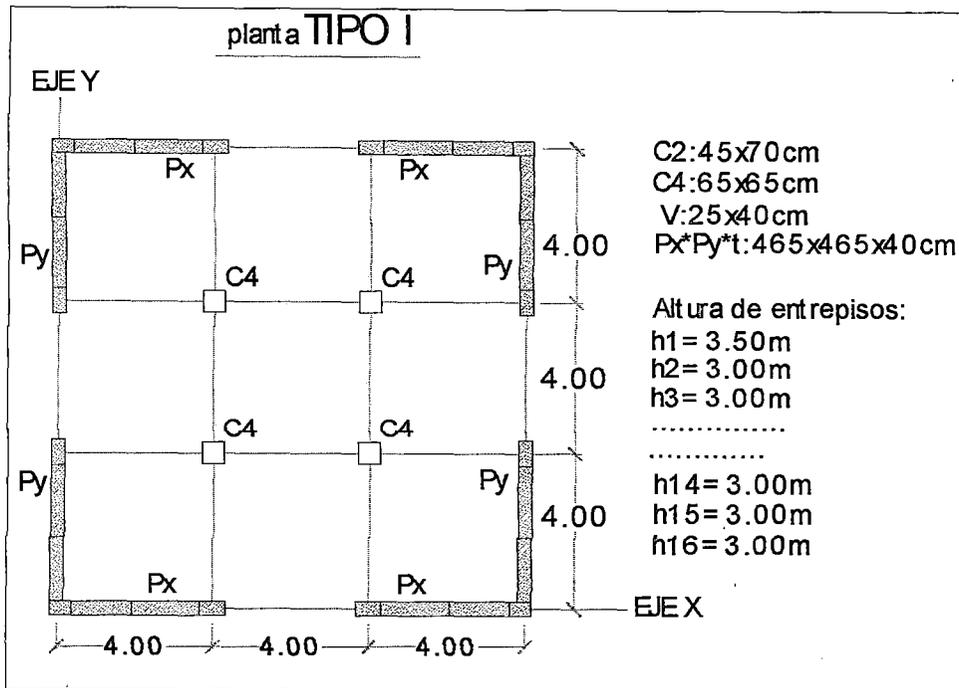


Fig. 3.50 Planta tipo I, área 144 m² y altura de 16 pisos

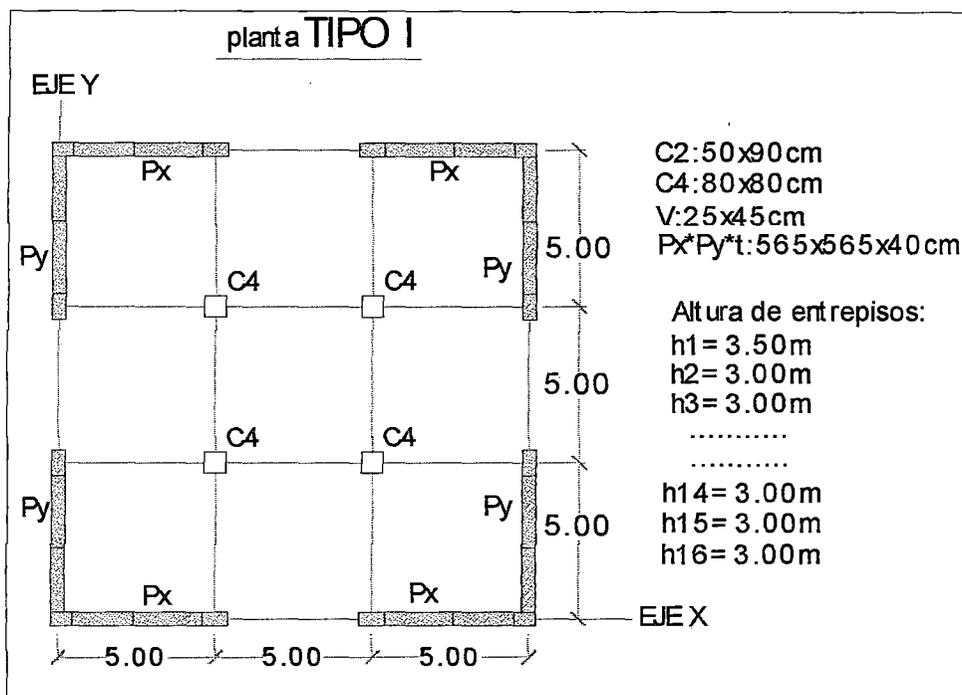


Fig. 3.51 Planta tipo I, área 225 m² y altura de 16 pisos

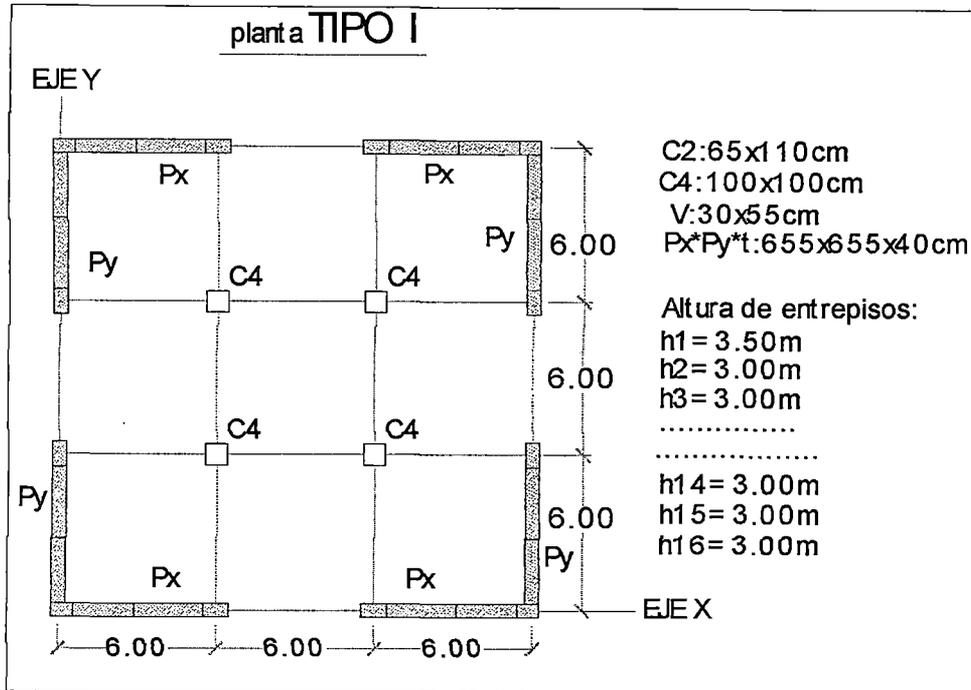


Fig. 3.52 Planta tipo I, área 324 m² y altura de 16 pisos

Planta TIPO I CA

Planta_TICA_16P_3L(4m, 5m y 6m)						Excentricidades					
						ex1=0.35		ex2=1.11		ex3=1.11	
Atr(m ²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve (Tn)	ΔRNC (cm)	Peso Total (Tn)	Ap (m ²)	Td (seg)	Te (seg)
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy						
1.69	13.28	2.044	2.045	443.0	440.7	534.8	2.10	3602.1	144	1.308	1.60
2.56	15.21	2.094	2.095	589.3	598.3	741.8	2.10	4996.5	225	1.349	1.60
4.00	14.40	2.094	2.095	764.7	767.9	1025.8	2.10	6909.7	324	1.382	1.60

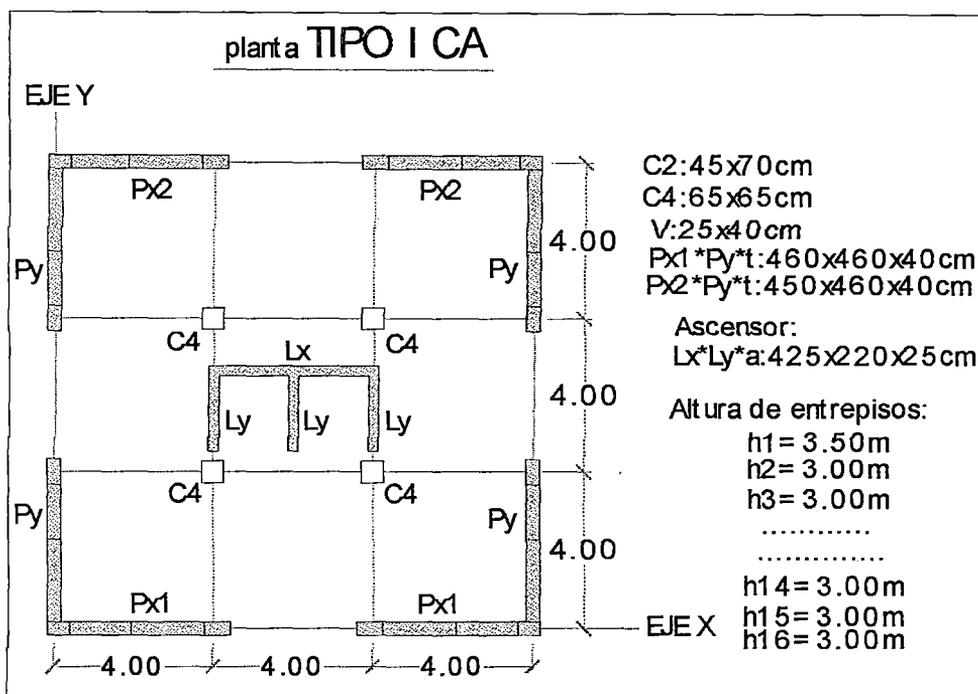


Fig. 3.53 Planta tipo I CA, área 144 m² y altura de 16 pisos

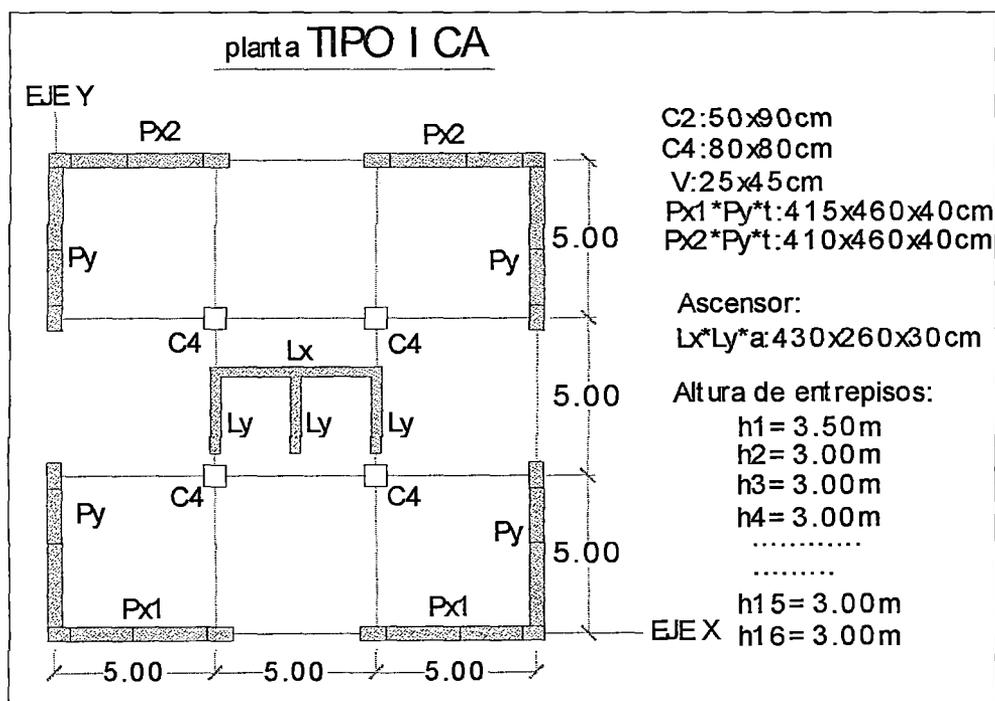


Fig. 3.54 Planta tipo I CA, área 225 m² y altura de 16 pisos

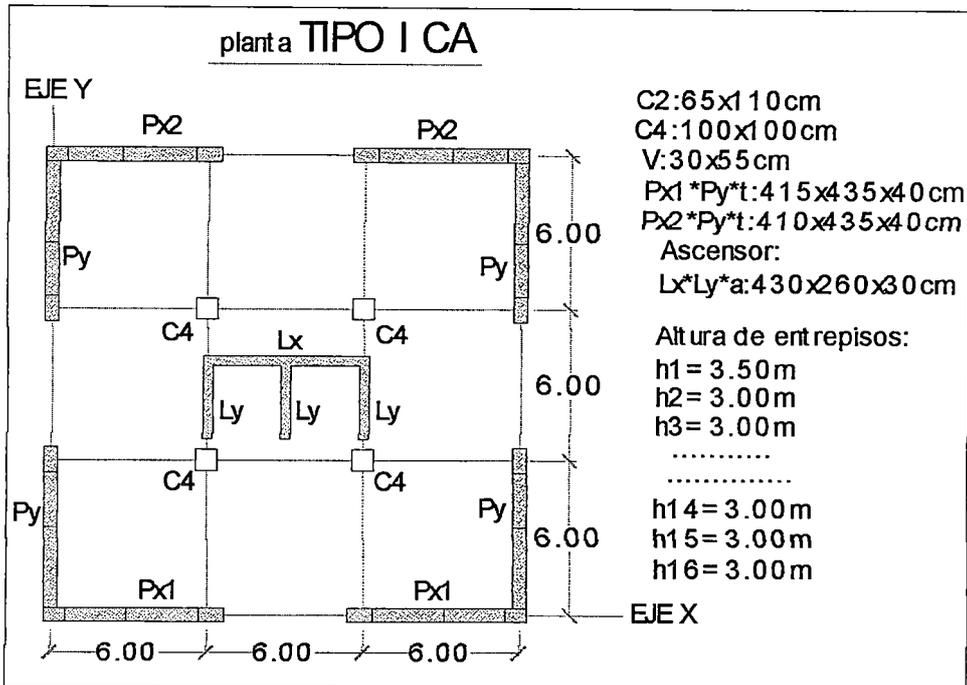


Fig. 3.55 Planta tipo I CA, área 324 m² y altura de 16 pisos

Planta TIPO II

Planta_TIISA_16P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m ²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
2.77	10.28	2.046	2.039	390.3	391.6	493.5	2.10	3324.4	144	1.304	1.60
4.16	11.92	2.065	2.045	534.7	539.1	697.4	2.10	4697.5	225	1.299	1.60
6.47	12.72	2.093	2.073	734.9	740.4	1009.0	2.10	6796.3	324	1.329	1.60

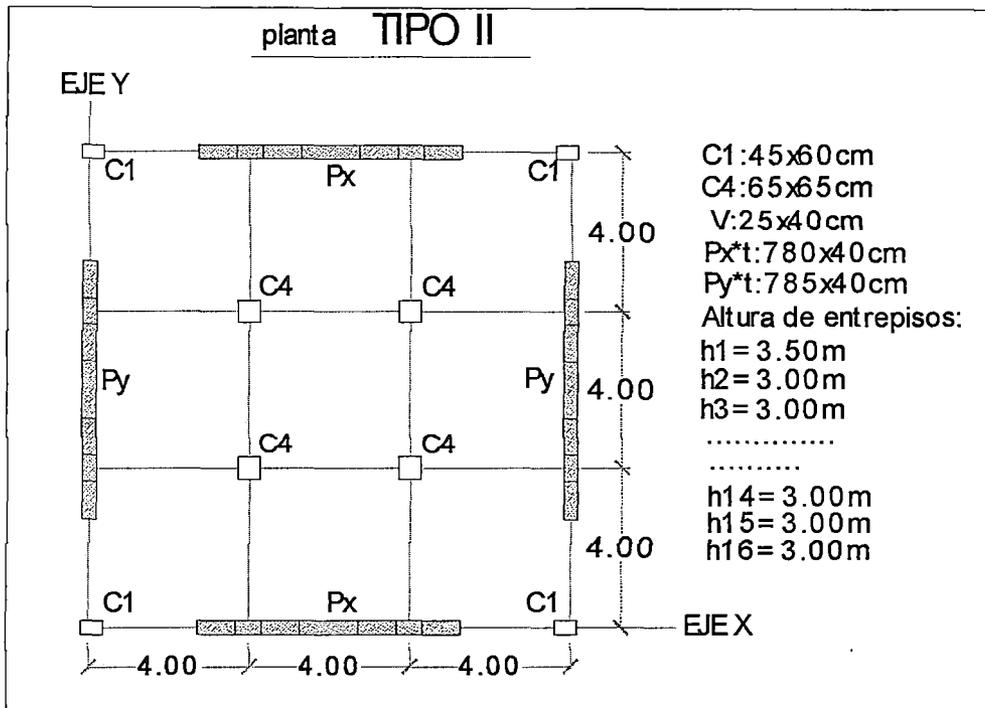


Fig. 3.56 Planta tipo II, área 144 m² y altura de 16 pisos

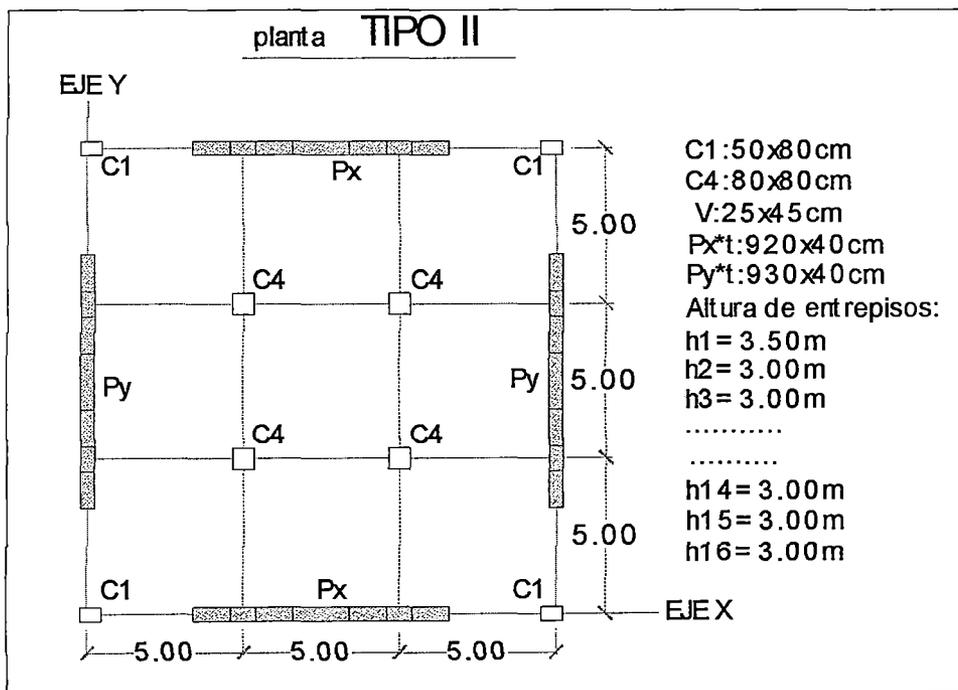


Fig. 3.57 Planta tipo II, área 225 m² y altura de 16 pisos

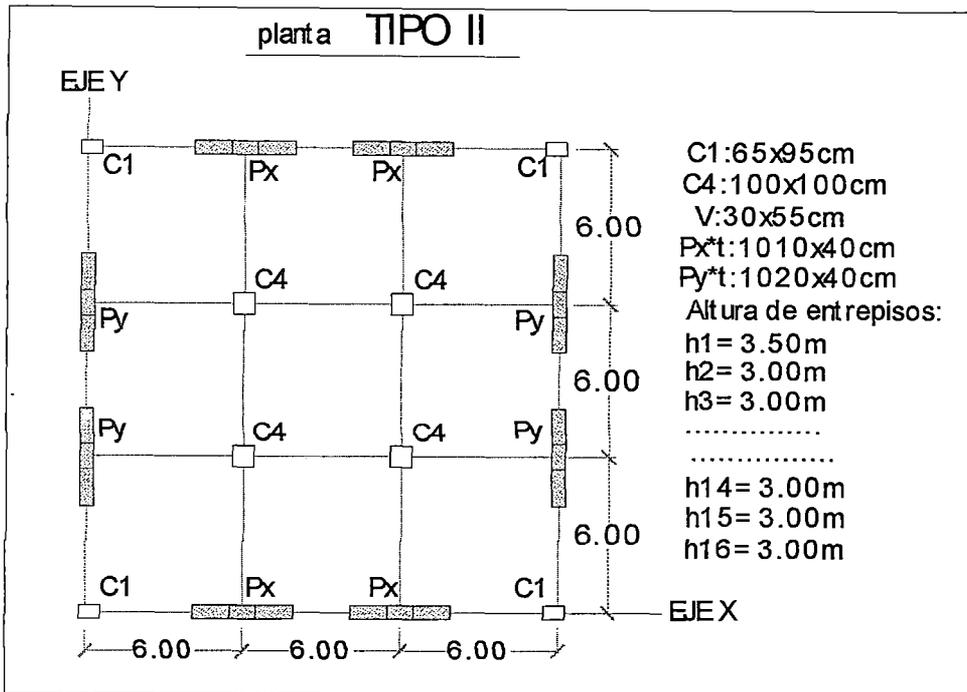


Fig. 3.58 Planta tipo II, área 324 m² y altura de 16 pisos

Planta TIPO III

Planta_TIIISA_16P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap (m²)	Td (seg)	Te (seg)
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		(Tn)			
1.69	10.48	2.083	2.083	372.9	372.9	496.9	2.10	3346.9	144	1.417	1.60
2.56	12.96	2.056	2.056	521.5	521.4	714.9	2.10	4814.2	225	1.394	1.60
4.00	15.04	2.019	2.019	741.5	741.5	1047.6	2.10	7056.7	324	1.372	1.60

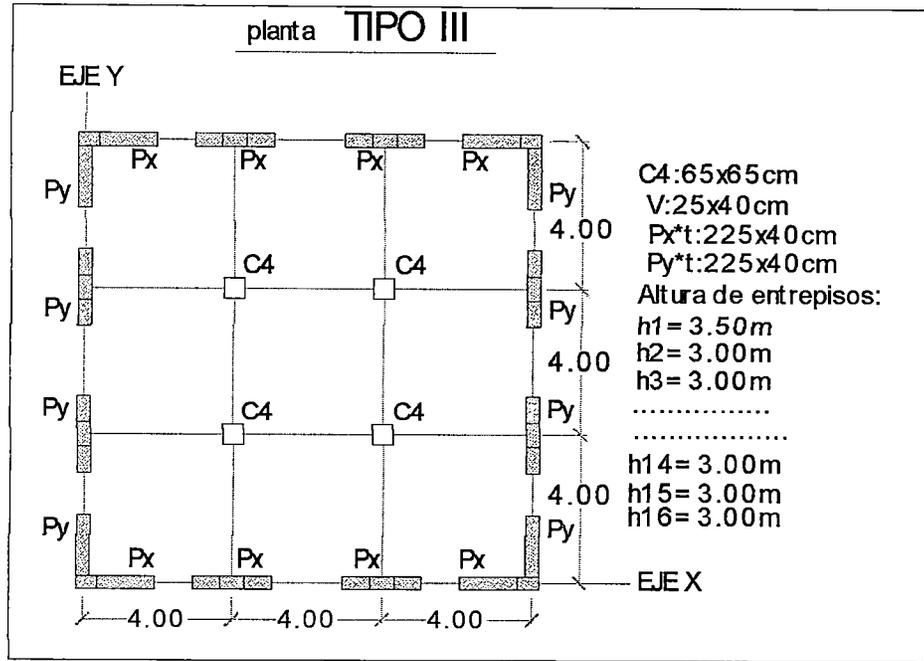


Fig. 3.59 Planta tipo III, área 144 m² y altura de 16 pisos

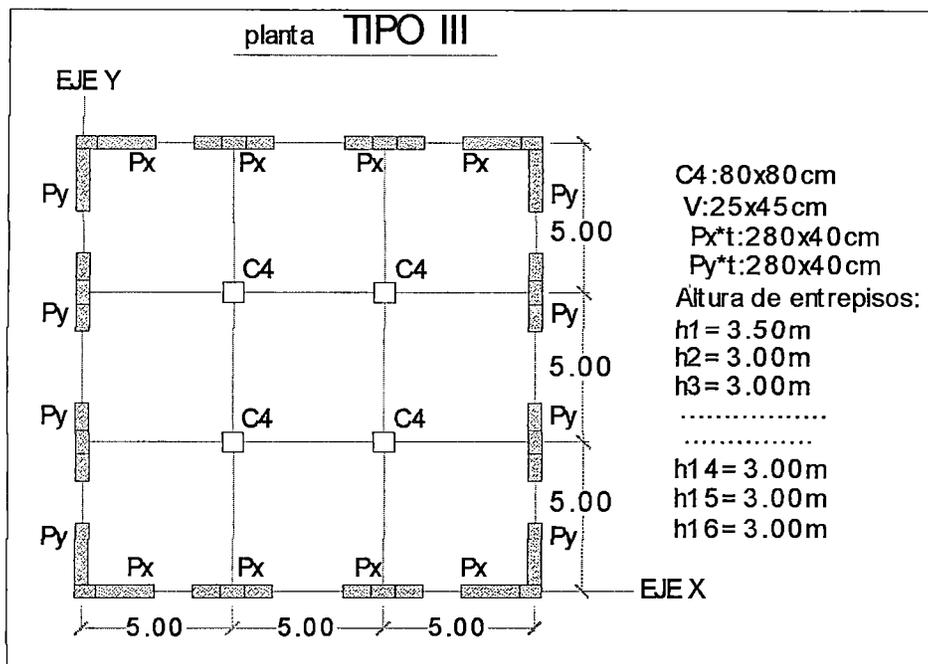


Fig. 3.60 Planta tipo III, área 225 m² y altura de 16 pisos

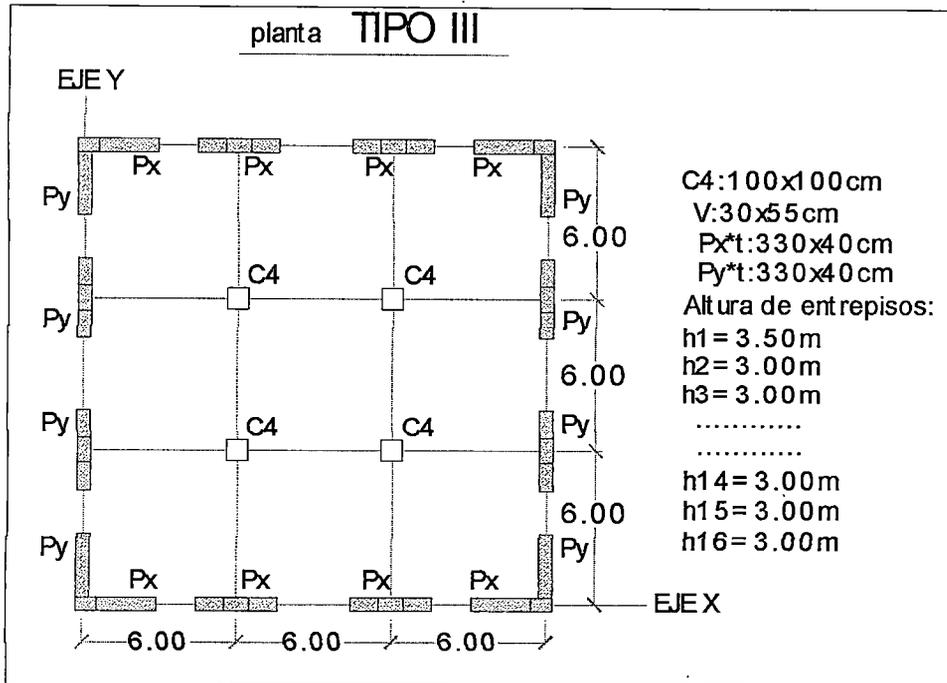


Fig. 3.61 Planta tipo III, área 324 m² y altura de 16 pisos

Estructuras de 20 pisos, 3 vanos de 4m, 5m y 6m en ambas direcciones, Altura de entrepiso hi=3m

Planta **TIPO IV**

Planta_T4SP_20P_3L(4m,5m y 6m)											
Atr(m ²)		ΔRmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
6.56	0.00	11.314	11.460	203.4	203.7	174.1	2.10	2901.3	144	3.691	2.00
9.72	0.00	13.477	13.660	305.9	306.3	269.4	2.10	4489.3	225	3.996	2.00
15.04	0.00	11.291	11.466	489.2	489.9	428.0	2.10	7132.6	324	3.661	2.00

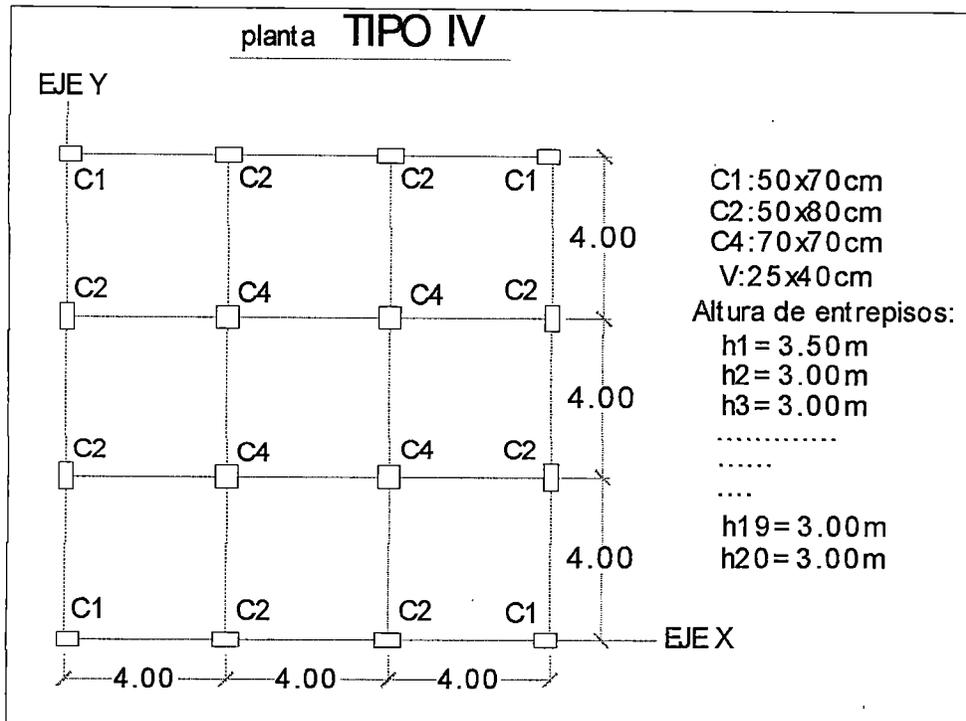


Fig. 3.62 Planta tipo IV, área 144 m² y altura de 20 pisos

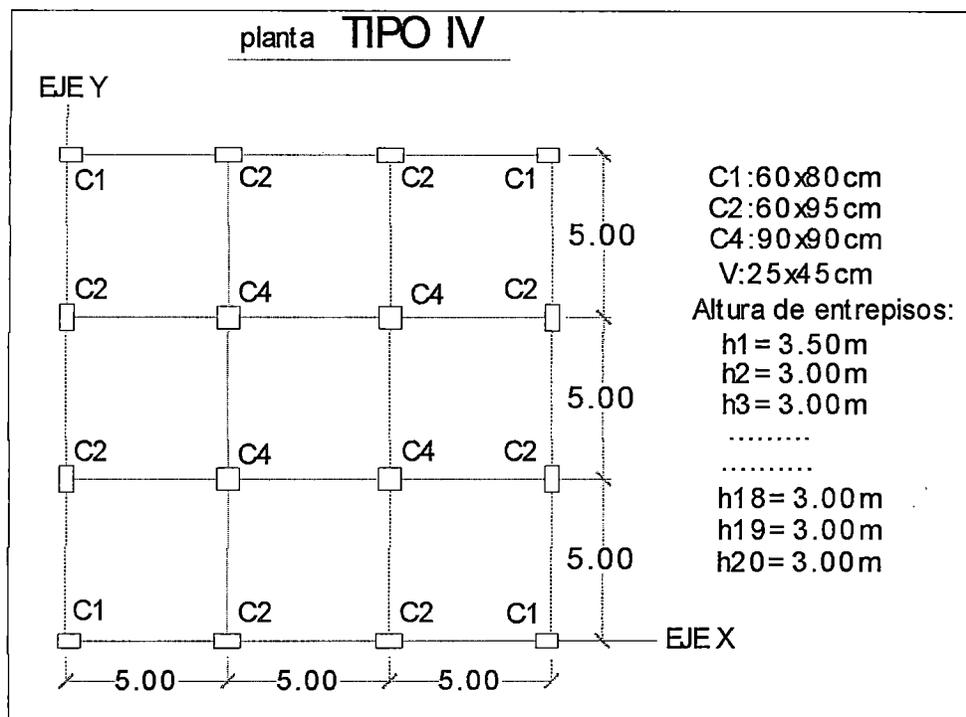


Fig. 3.63 Planta tipo IV, área 225 m² y altura de 20 pisos

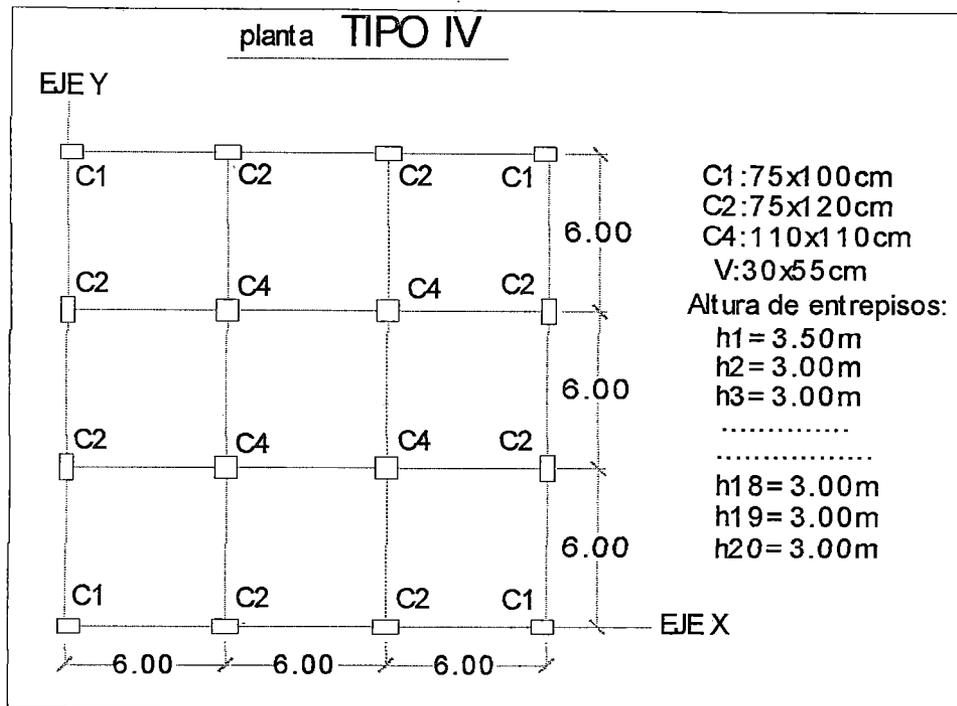


Fig. 3.64 Planta tipo IV, área 324 m² y altura de 20 pisos

Planta **TIPO I**

Planta_TISA_20P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		Δmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
1.96	11.04	2.058	2.058	439.0	439.0	530.5	2.10	4458.0	144	1.697	2.00
3.24	13.76	2.097	2.097	617.8	617.8	765.2	2.10	6229.4	225	1.687	2.00
4.84	15.60	2.066	2.066	875.0	875.0	1110.6	2.10	9332.2	324	1.655	2.00

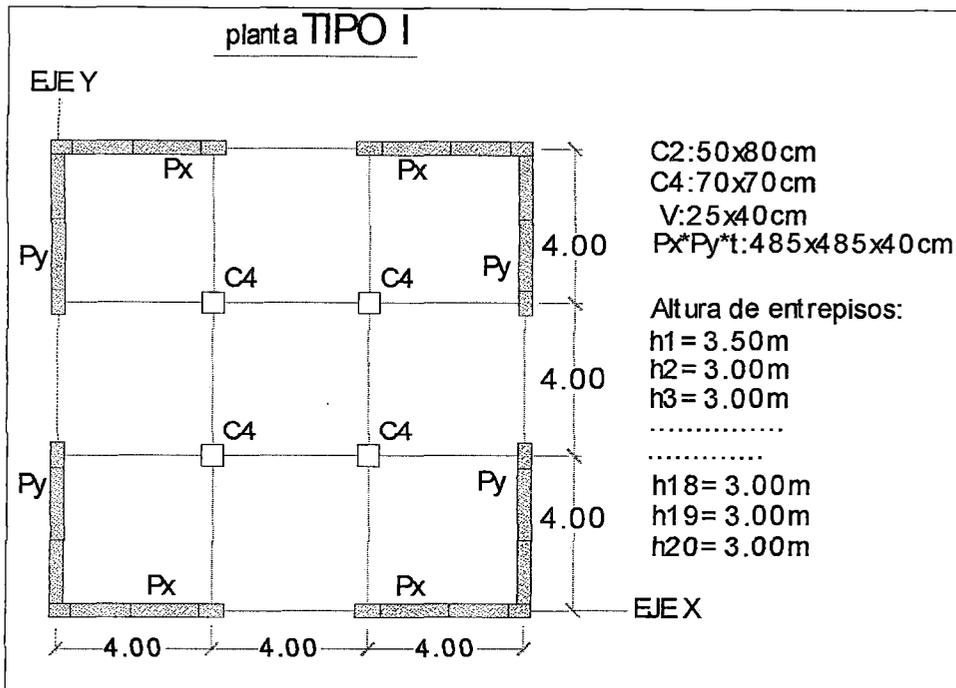


Fig. 3.65 Planta tipo I, área 144 m² y altura de 20 pisos

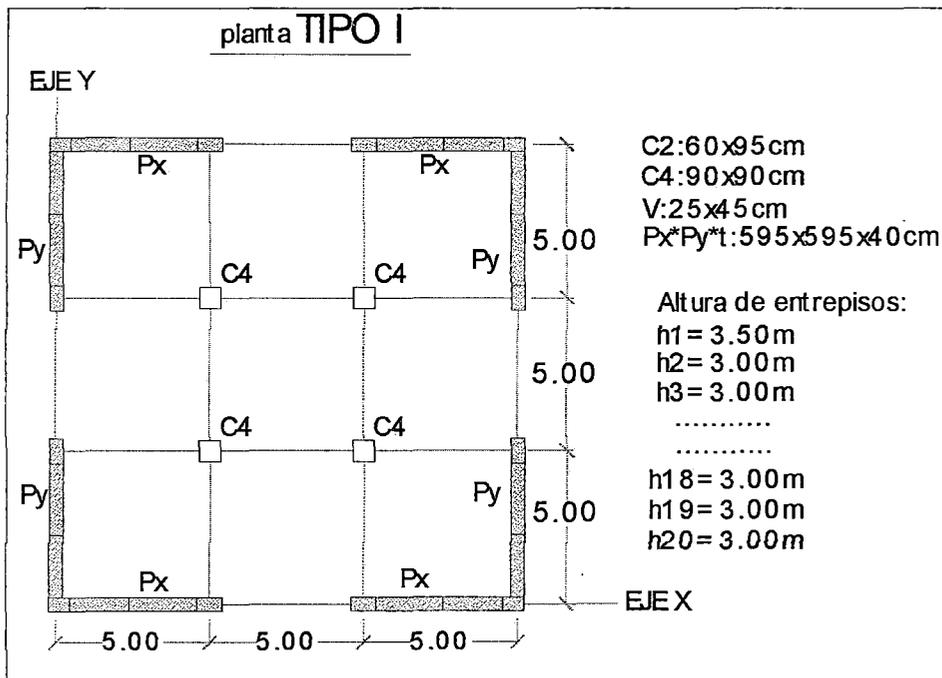


Fig. 3.66 Planta tipo I, área 225 m² y altura de 12 pisos

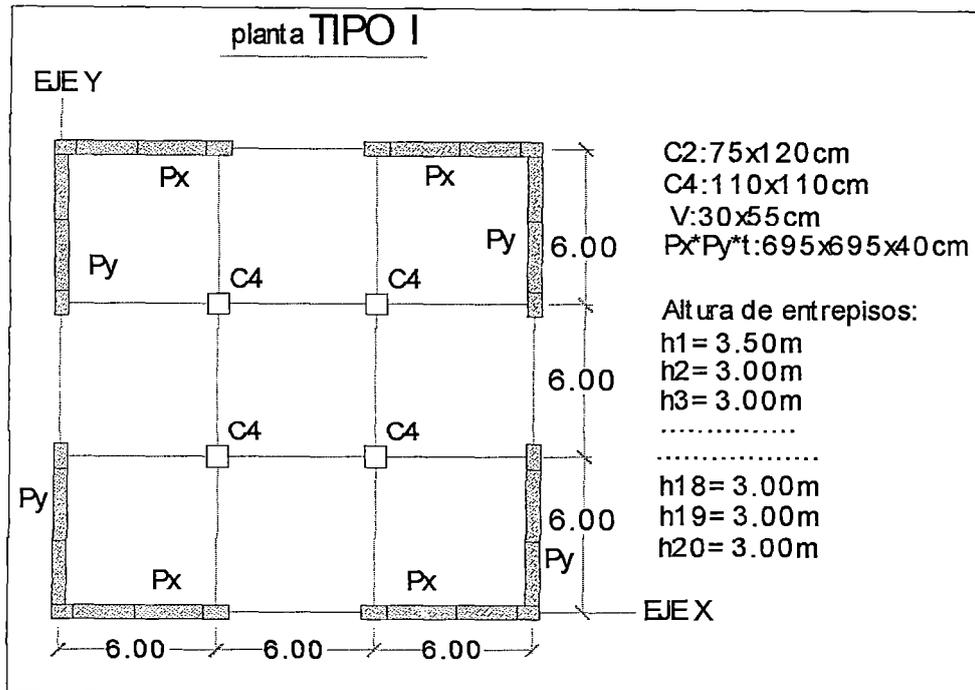


Fig. 3.67 Planta tipo I, área 324 m² y altura de 20 pisos

Planta **TIPO I CA**

Planta_TICA_20P_3L(4m, 5m y 6m)						Excentricidades					
						ex1=0.39		ex2=0.095		ex3=0.16	
Atr(m ²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve (Tn)	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy			(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
1.96	13.52	2.045	2.028	486.0	486.1	563.4	2.10	4733.8	144	1.627	2.00
3.24	17.16	2.066	2.064	688.1	685.5	810.4	2.10	6809.3	225	1.662	2.00
4.84	18.53	2.077	2.081	925.9	836.6	1146.7	2.10	9635.5	324	1.698	2.00

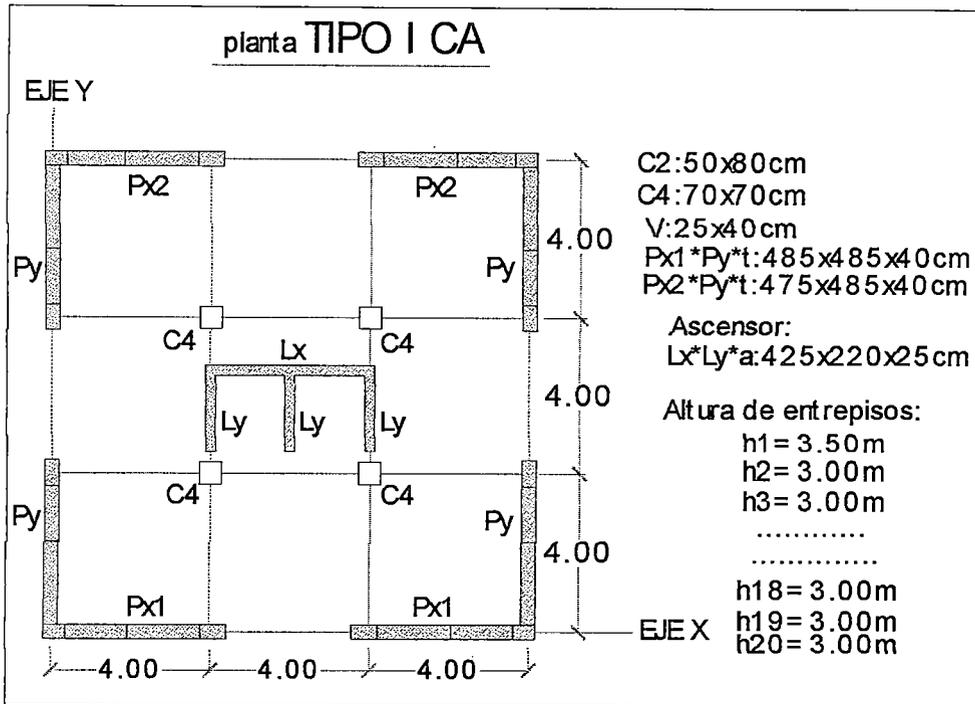


Fig. 3.68 Planta tipo I CA, área 144 m² y altura de 20 pisos

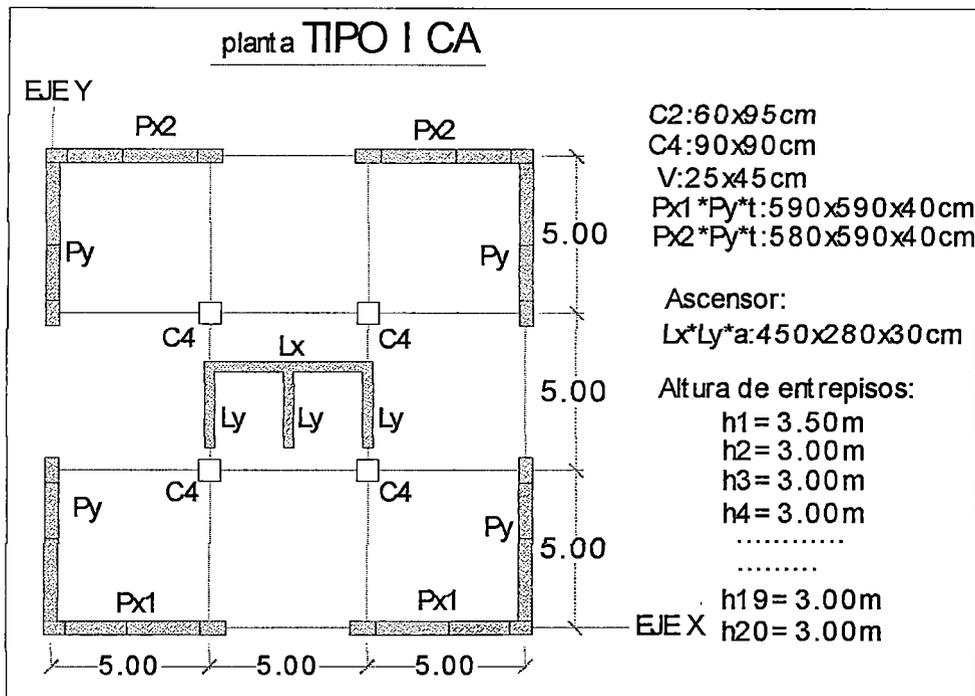


Fig. 3.69 Planta tipo I CA, área 225 m² y altura de 20 pisos

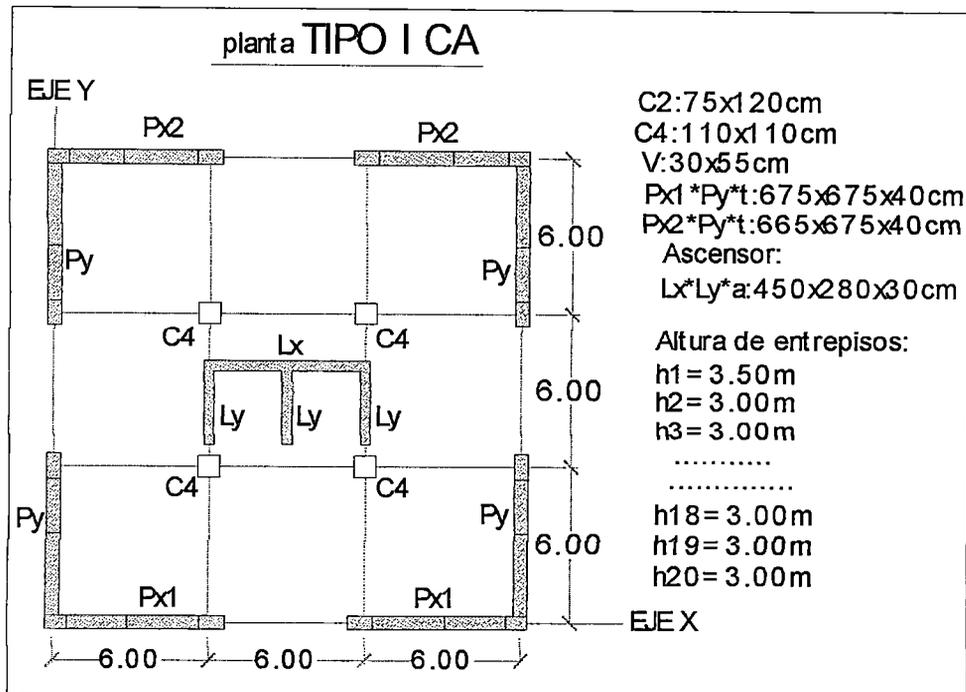


Fig. 3.70 Planta tipo I CA, área 324 m² y altura de 20 pisos

Planta **TIPO II**

Planta_TIISA_20P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso	Ap (m ²)	Td (seg)	Te (seg)
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		(Tn)			
3.36	10.80	2.092	2.071	433.8	437.3	526.5	2.10	4424.1	144	1.703	2.00
5.16	13.20	2.082	2.059	614.3	619.0	755.8	2.10	6350.6	225	1.666	2.00
7.84	14.44	2.058	2.049	859.9	862.4	1091.1	2.10	9168.7	324	1.658	2.00

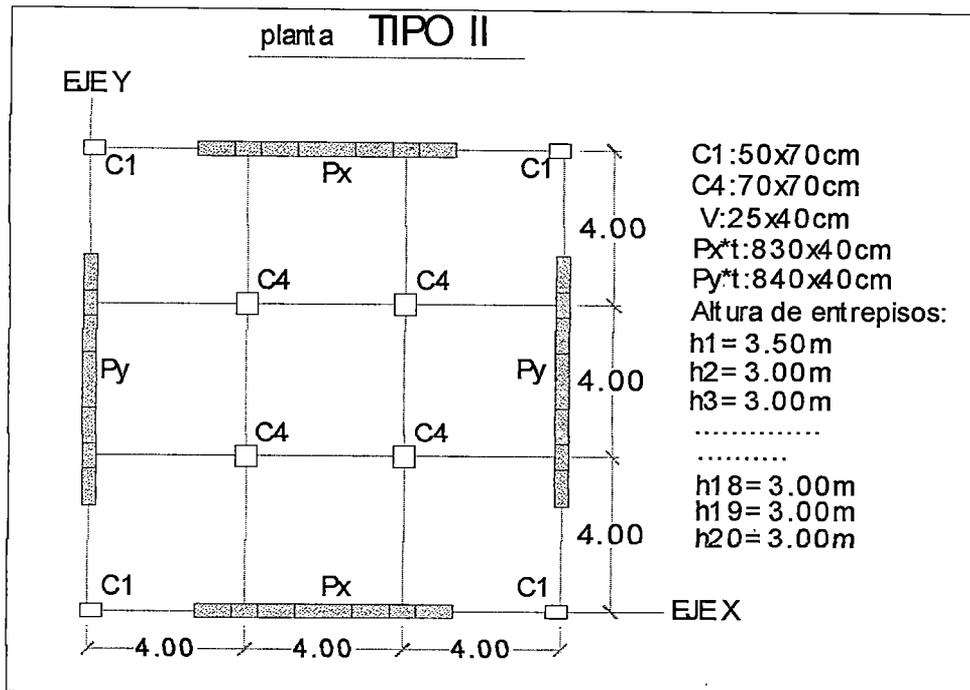


Fig. 3.71 Planta tipo II, área 144 m² y altura de 20 pisos

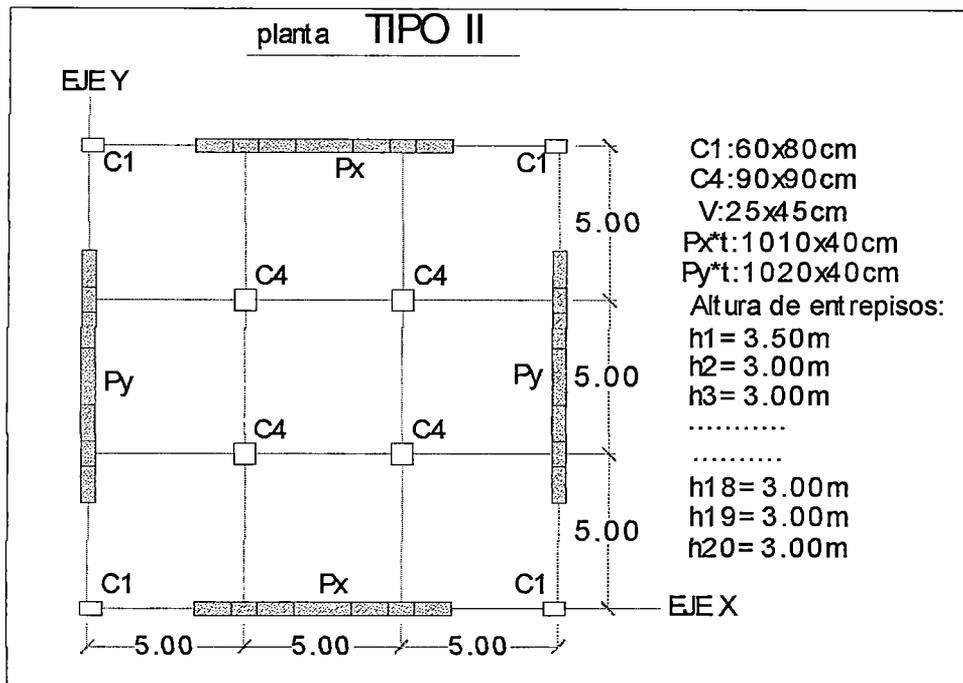


Fig. 3.72 Planta tipo II, área 225 m² y altura de 4 pisos

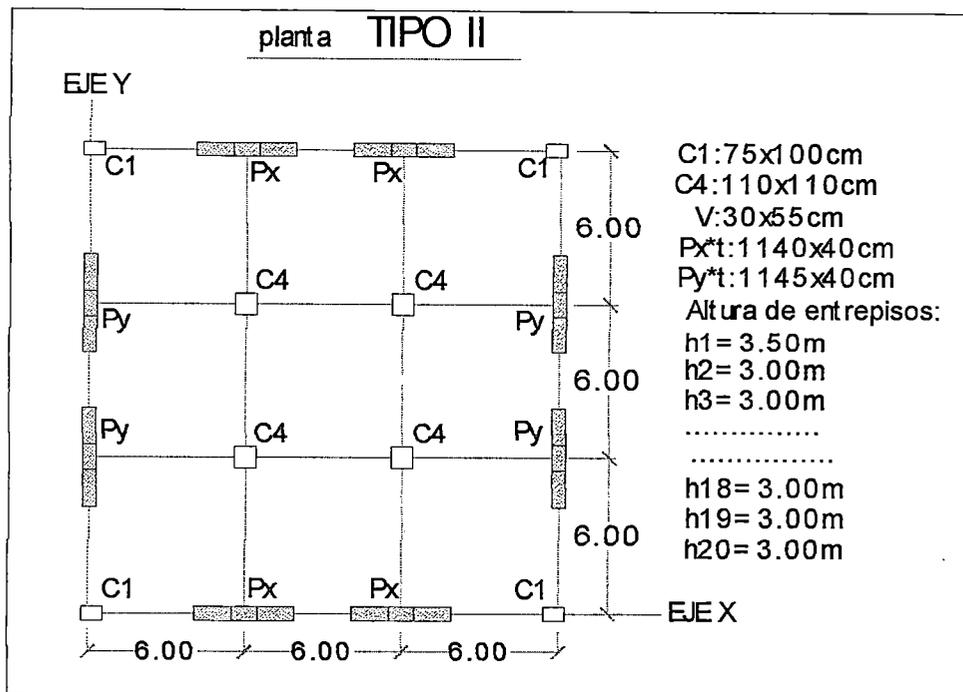


Fig. 3.73 Planta tipo II, área 324 m² y altura de 20 pisos

Planta **TIPO III**

Planta_TIIISA_20P_3L(4m, 5m y 6m)											
Atr(m²)		Δrmax (cm)		Vd (ton)		Ve	ΔRNC (cm)	Peso Total	Ap	Td	Te
Acol	Amt	specx	specy	specx	specy	(Tn)		(Tn)	(m ²)	(seg)	(seg)
1.96	10.56	2.078	2.078	415.8	415.8	522.5	2.10	4390.3	144	1.779	2.00
3.24	13.28	2.095	2.095	577.4	577.4	757.1	2.10	6361.7	225	1.792	2.00
4.84	15.12	2.077	2.077	806.3	806.3	1102.6	2.10	9264.4	324	1.784	2.00

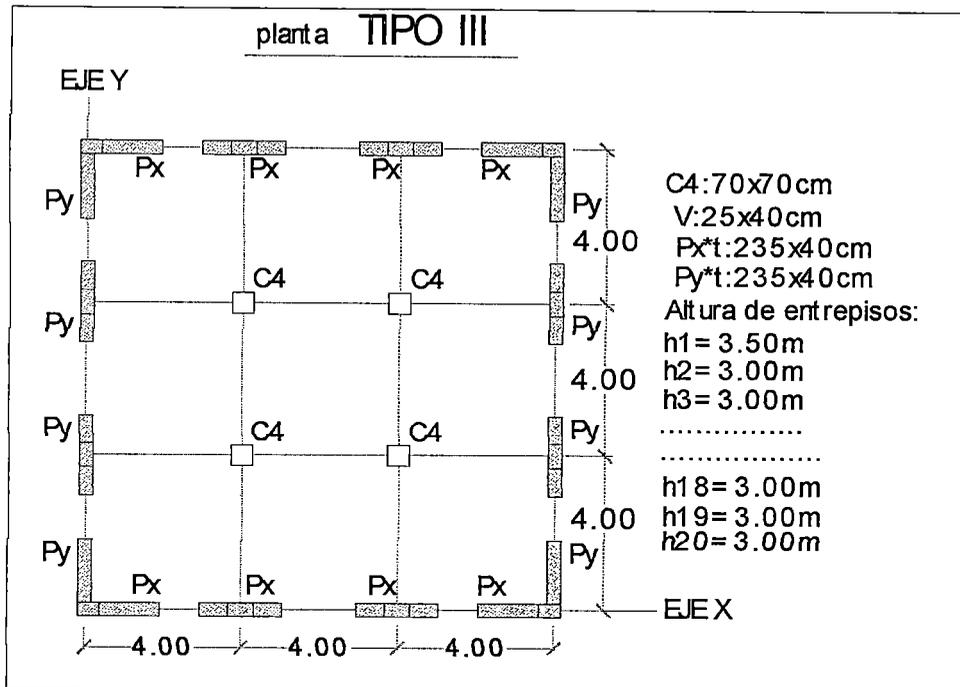


Fig. 3.74 Planta tipo III, área 144 m² y altura de 20 pisos

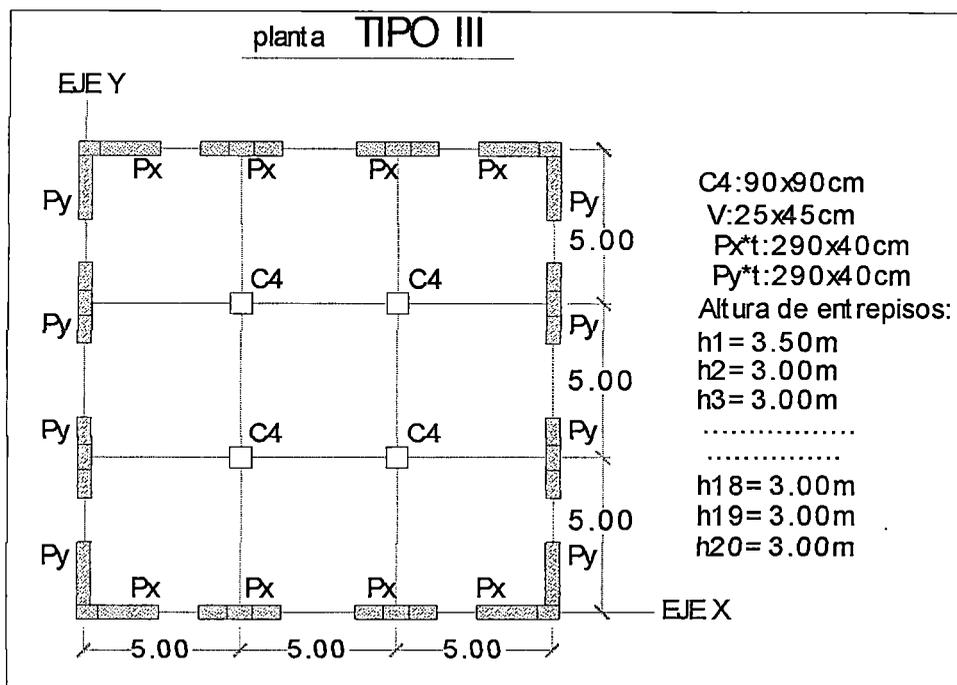


Fig. 3.75 Planta tipo III, área 225 m² y altura de 20 pisos

por la distorsión torsional en planta, debido a la inclusión de caja de ascensores en su núcleo, esto hace que sea complicado hallar las dimensiones apropiadas de los muros de corte, porque aparece otro parámetro importante que se tiene que tener en cuenta y es la excentricidad dinámica (e), originada por la no coincidencia del centro de masas y el centro de rigidez, por lo que se ha tenido cuidado en que esta excentricidad tiene que estar por debajo del factor $0.1 \times L$ (L : dimensión menor de la planta) o sea que la excentricidad dinámica e tiene que ser menor al 10% de la dimensión menor en planta ($e < 0.1 \times L$), para que la estructura se considere regular, pero también no tiene que ser mayor que el 20% de la dimensión menor en planta ($0.2 \times L$), teniendo en cuenta este criterio para que la distorsión rotacional en planta sea controlada, ha sido dificultoso coincidir los centros de torsión y de masa, evitándose de antemano no exceder los desplazamientos que especifica la norma. Se puede apreciar además que para los edificios de 4 pisos con luces de 4m, 5m y 6m aparecen muros de corte solo en uno de los ejes de la planta (por ejemplo en el eje X de la Planta tipo I CA), en este caso en el primer eje de la dirección x, esto debido a que la caja de ascensores que esta mirando hacia el frente, tiene 03 placas orientadas en la dirección del "eje y" que contribuye a dar rigidez a la estructura y a su vez aporta al control de los desplazamientos en esa dirección (ver Fig. 3.8, 3.9, 3.10). A su vez a partir del edificio de 8 pisos de 4m de luz ya aparecen muros de corte en la otra dirección del eje y, pero en la dirección del eje x solo aparece muros en su primer eje (ver Fig. 3.23), ya para los demás edificios aparecen los muros en ambas direcciones. Cabe señalar que la excentricidad en el "eje x" es más representativa que la del "eje y" que es mínima, es porque las placas en el "eje y" están distribuidas simétricamente, y además los muros pertenecientes a la caja de ascensores en la dirección del "eje y" están ubicadas simétricamente. En las plantas del TIPO II los desplazamientos también han sido controlados y están por debajo de lo que especifica la norma, apreciándose además de los esquemas de sus plantas, que las dimensiones de los muros de corte en ambas direcciones son casi iguales, esto debido a que la orientación de las columnas del tipo C1 ubicadas en las esquinas no es la misma en ambas direcciones, o sea se podría decir que el "eje x" es un tanto mas resistente que el "eje y". En las plantas del TIPO III los desplazamientos también están por debajo de lo que especifica la norma, se aprecia que las dimensiones de los muros de corte en ambas direcciones son iguales, esto debido a la ubicación

simétrica de los muros, columnas y de la simetría de la planta. En todos los tipos de las plantas analizadas, las dimensiones de las columnas y vigas empleadas aparecen en sus esquemas respectivos, como resultado del predimensionamiento obtenido con el programa "ANESBUILD". El periodo estático ha sido calculado como la décima parte de la altura del edificio ($T_e=0.1 \times n$), el periodo dinámico proviene del análisis sísmico espectral obtenido del "SAP2000", como también las cortantes y desplazamientos de cada entrespiso.

En lo que respecta a las cortantes a partir de las estructuras de 8 pisos en adelante, el cortante estático (V_e) en la base es mayor que el cortante dinámico (V_d), así podemos apreciar en la figura 3.77 como ejemplo de lo que sucede para los diferentes tipos de plantas analizadas en este estudio, que la tendencia de la cortante estática para los niveles inferiores a los 8 pisos se aproxima a la curva descrita por los valores de la cortante dinámica, a su vez para niveles superiores a los 8 pisos la tendencia de la cortante estática se aleja de la curva descrita por la cortante dinámica, esto quiere decir que los valores de la cortante estática son muy superiores a la cortante dinámica. Esto explicaría el porque ya deja de ser aconsejable utilizar el método estático para estructuras altas y pesadas ya que arrojan valores de cortantes muy elevadas que sobredimensionarían a la estructura. Los valores de la cortante que arroja el análisis estático se puede decir que para edificios de menor altura y no tan pesadas se asemejan o tienen buena aproximación a los valores que arroja el análisis dinámico, en cambio para estructuras de gran altura y pesadas el análisis estático no es recomendable y sería entonces mejor utilizar el análisis dinámico donde los parámetros involucrados intervienen en gran medida en este análisis. Lo mismo sucede el periodo fundamental dinámico (T_d) que es menor al periodo fundamental estático (T_e) para estructuras de 8 pisos en adelante, salvo para la estructura de 4 pisos que es mayor, que haciendo el análisis se puede concluir que depende mucho de los parámetros dinámicos que intervienen en forma contundente en este análisis.

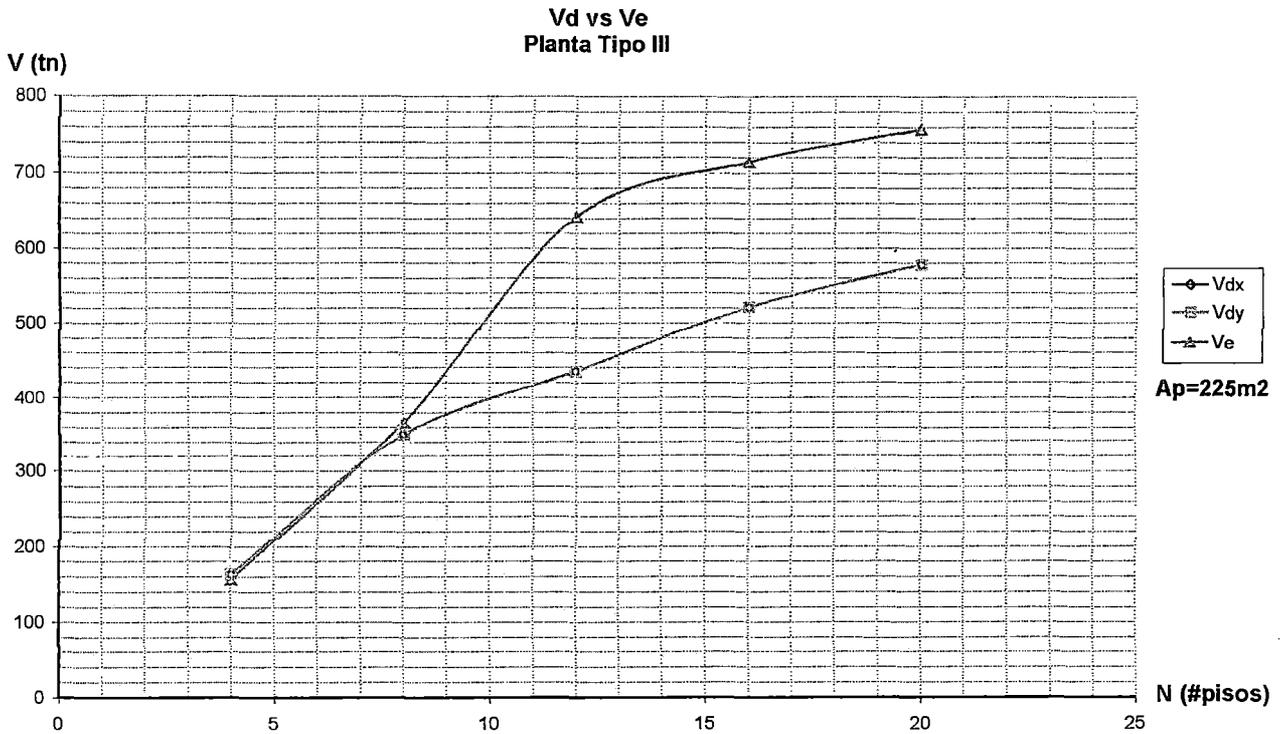


Fig. 3.77 Grafica Cortante Estático (Ve) Vs. Cortante Dinámico (Vd)
Para la Planta Tipo III (Ap= 225m²)

3.3 RESULTADOS QUE INTERVIENEN EN EL ESTUDIO DE LA DENSIDAD DE LOS MUROS DE CORTE

De los resultados obtenidos del análisis dinámico a las estructuras en estudio, que han sido seleccionados en cuadros de resúmenes en el sub-capítulo anterior, se ha formado un cuadro con los principales parámetros que intervienen en el estudio del comportamiento de la densidad de los muros de corte, para después hacer la interpretación en afán de encontrar dicho comportamiento. Para esto tenemos:

N: número de pisos de la estructura

h: altura de entrepiso

Ln: longitud de la luz de los vanos

Ap: área de la planta

A_{mx} : área efectiva de los muros de corte en el eje x

A_{my} : área efectiva de los muros de corte en el eje y

A_{mt} : área efectiva total de los muros de corte en ambos ejes

Por lo tanto tenemos para:

Planta TIPO I ($L_n = 4m$; $h = 3.00m$)

N	$A_p(m^2)$	$A_{mx}(m^2)$	$A_{my}(m^2)$	$A_{mt}(m^2)$
4	144.00	0.90	1.05	1.95
8	144.00	2.58	2.76	5.34
12	144.00	4.13	4.41	8.54
16	144.00	5.36	5.60	10.96
20	144.00	5.36	5.68	11.04

Planta TIPO I ($L_n = 5m$; $h = 3.00m$)

N	$A_p(m^2)$	$A_{mx}(m^2)$	$A_{my}(m^2)$	$A_{mt}(m^2)$
4	225.00	1.25	1.40	2.65
8	225.00	2.94	3.18	6.12
12	225.00	4.20	4.62	8.82
16	225.00	6.32	6.80	13.12
20	225.00	6.72	7.04	13.76

Planta TIPO I ($L_n = 6m$; $h=3.00m$)

N	Ap(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amt(m ²)
4	324.00	1.30	1.50	2.80
8	324.00	3.12	3.42	6.54
12	324.00	4.34	4.69	9.03
16	324.00	7.20	7.68	14.88
20	324.00	7.60	8.00	15.60

Planta TIPO I CA ($L_n = 4m$; $h=3.00m$)

N	Ap(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amt(m ²)
4	144.00	1.95	1.26	3.21
8	144.00	1.63	3.84	5.47
12	144.00	3.94	5.41	9.35
16	144.00	6.20	7.08	13.28
20	144.00	6.28	7.24	13.52

Planta TIPO I CA ($L_n = 5m$; $h=3.00m$)

N	Ap(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amt(m ²)
4	225.00	1.74	1.26	3.00
8	225.00	2.89	4.26	7.15
12	225.00	4.46	6.08	10.54
16	225.00	6.52	8.69	15.21
20	225.00	7.82	9.34	17.16

Planta TIPO I CA (Ln = 6m; h=3.00m)

N	Ap(m2)	Amx(m2)	Amy(m2)	Amt(m2)
4	324.00	1.64	1.26	2.90
8	324.00	3.31	4.62	7.93
12	324.00	4.68	6.29	10.97
16	324.00	6.28	8.12	14.40
20	324.00	8.46	10.07	18.53

Planta TIPO II (Ln = 4m; h=3.00m)

N	Ap(m2)	Amx(m2)	Amy(m2)	Amt(m2)
4	144.00	1.55	1.60	3.15
8	144.00	3.30	3.30	6.60
12	144.00	3.99	4.06	8.05
16	144.00	5.12	5.16	10.28
20	144.00	5.36	5.44	10.80

Planta TIPO II (Ln = 5m; h=3.00m)

N	Ap(m2)	Amx(m2)	Amy(m2)	Amt(m2)
4	225.00	2.00	2.05	4.05
8	225.00	4.02	4.02	8.04
12	225.00	4.83	4.83	9.66
16	225.00	5.92	6.00	11.92
20	225.00	6.56	6.64	13.20

Planta TIPO II (Ln = 6m; h=3.00m)

N	Ap(m2)	Amx(m2)	Amy(m2)	Amt(m2)
4	324.00	2.20	2.25	4.45
8	324.00	4.70	4.70	9.40
12	324.00	5.60	5.67	11.27
16	324.00	6.32	6.40	12.72
20	324.00	7.20	7.24	14.44

Planta TIPO III (Ln = 4m; h=3.00m)

N	Ap(m2)	Amx(m2)	Amy(m2)	Amt(m2)
4	144.00	1.85	2.00	3.85
8	144.00	3.78	3.96	7.74
12	144.00	4.34	4.62	8.96
16	144.00	5.12	5.36	10.48
20	144.00	5.12	5.44	10.56

Planta TIPO III (Ln = 5m; h=3.00m)

N	Ap(m2)	Amx(m2)	Amy(m2)	Amt(m2)
4	225.00	2.50	2.65	5.15
8	225.00	3.48	3.72	7.20
12	225.00	5.25	5.67	10.92
16	225.00	6.24	6.72	12.96
20	225.00	6.48	6.80	13.28

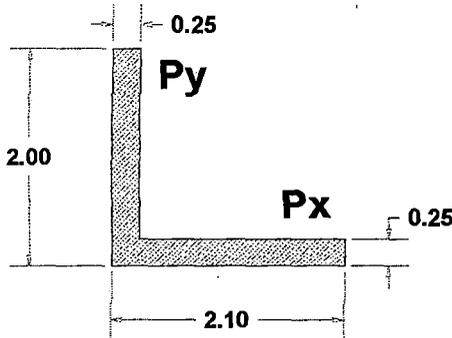
Planta TIPO III ($L_n = 6m$; $h=3.00m$)

N	$A_p(m^2)$	$A_{mx}(m^2)$	$A_{my}(m^2)$	$A_{mt}(m^2)$
4	324.00	2.65	2.85	5.50
8	324.00	5.40	5.70	11.10
12	324.00	6.16	6.51	12.67
16	324.00	7.28	7.76	15.04
20	324.00	7.36	7.76	15.12

De los cuadros formados se puede apreciar, que para las plantas del *TIPO I* ($L_n=4m$) y área de $144 m^2$, las áreas efectivas de los muros de corte en el "eje x" y el "eje y" no son iguales, ya que por la simetría en planta debería de resultar la misma área, esto se debe a que el análisis a partir de una planta sin presencia de muros o sea solo columnas (planta tipo IV), entonces surge la necesidad de controlar sus desplazamientos ubicando muros de corte en la esquinas de la planta sin aumentar las dimensiones de las columnas. Estos muros ubicados en las esquinas reemplazan a las columnas ubicadas en dicho sitio, o sea que las columnas del tipo C1 formaran parte de los muros de corte tipo "L", entonces estaríamos hablando en realidad de áreas efectivas de los muros en ambas direcciones, que sería el resultado de la diferencia de longitudes entre el muro y la columna en cada dirección, lo mismo ocurre para los demás tipos de plantas, donde están involucradas las columnas del tipo C2. Esto se hace con el objetivo de trabajar solo con áreas efectivas de los muros, que se agregaran después de apreciar que las columnas no aporten suficiente resistencia lateral para el control de los desplazamientos. A continuación se presenta un ejemplo de cómo se calculo las áreas efectivas mostradas en los cuadros anteriores, de cada tipo de planta de los modelos en estudio:

❖ Para la planta del TIPO I y TIPO I CA tenemos:

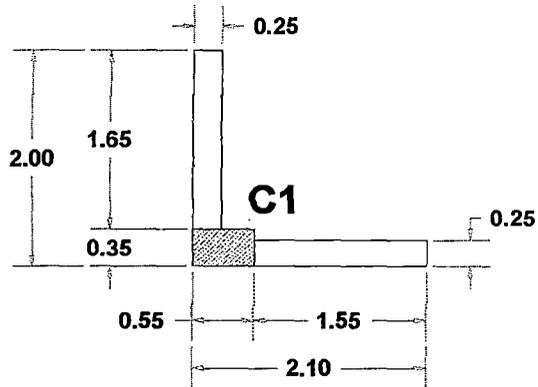
**Dimensiones para el
análisis sísmico
(SAP2000)**



$$P_x = 2.10 \times 0.25$$

$$P_y = 2.00 \times 0.25$$

**Dimensiones efectivas
del muro de corte
en ambas direcciones**



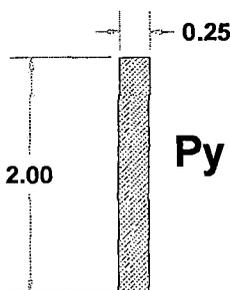
$$A_{mx} = 1.55 \times 0.25 \text{ m}^2$$

$$A_{my} = 1.65 \times 0.25 \text{ m}^2$$

Como se observa se le restó la longitud correspondiente en la dirección de la columna

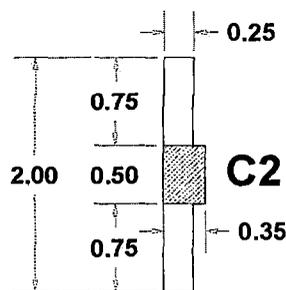
❖ Para la planta del TIPO II tenemos:

**Dimensiones para el
análisis sísmico
(SAP2000)**



$$P_y = 2.00 \times 0.25$$

**Dimensiones efectivas
del muro de corte
en ambas direcciones**



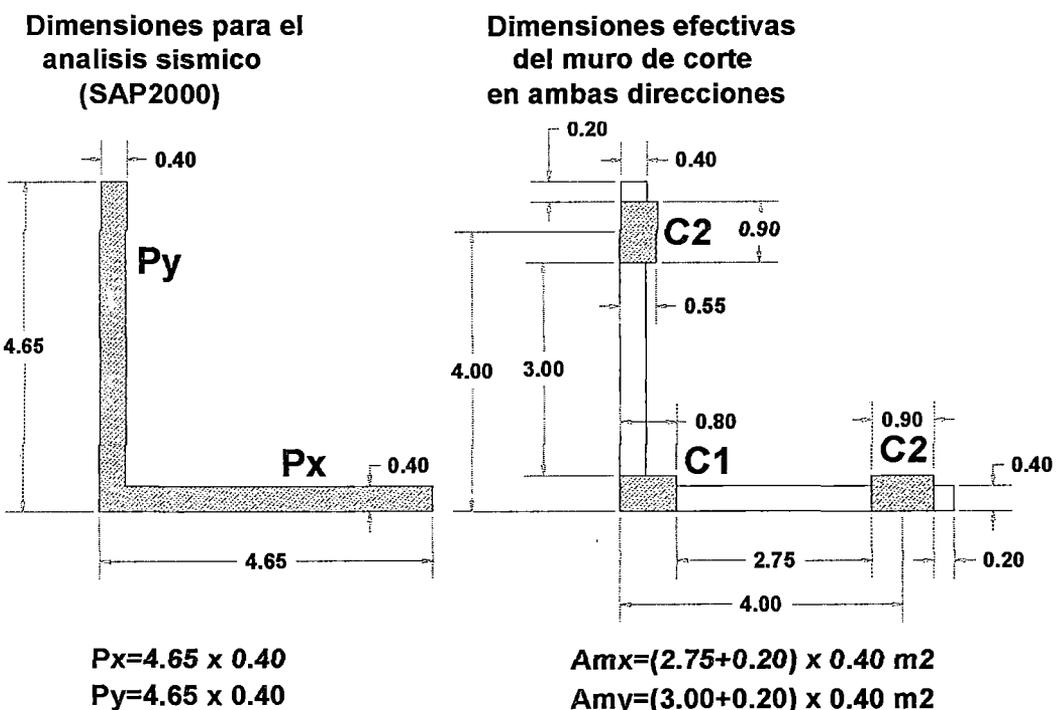
$$A_{my} = (0.75 + 0.75) \times 0.25$$

Muro ubicado al costado en el
perímetro de la planta tipo II

Como se observa se le restó la longitud correspondiente en la dirección de la columna en este caso el eje y

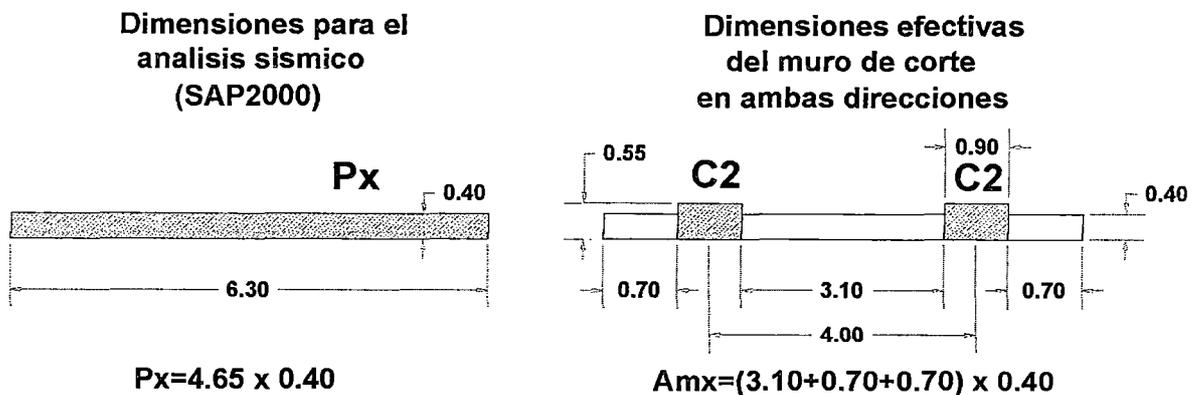
Para la planta del *TIPO III*, se trata de una combinación de estos dos ejemplos, ya que este tipo de planta presenta muros en los costados y en las esquinas del perímetro de la planta. Ahora veremos lo que ocurre cuando los muros abarcan dentro de su longitud a 2 columnas, que son las del tipo *C1* y *C2*, esto sucede cuando el requerimiento de la estructura para controlar sus desplazamientos, hace que los muros sean demasiado largos que involucren a dos ejes de la planta (ver Fig. 3.50, 3.56), como se observa en este estudio se trata de edificios de más de 15 pisos de altura. Esto no ocurre para las plantas del *TIPO III* donde solo se usará los criterios de los ejemplos anteriores, ya que sus dimensiones no abarcan a dos columnas perimetrales de la planta. A continuación se muestra los ejemplos del cálculo de áreas efectivas cuando los muros abarcan dos columnas:

❖ Para las plantas de los *TIPO I* y *TIPO I CA* tenemos:



Como se observa se le restó la longitud correspondiente en la dirección de las columnas *C1* y *C2*

❖ Para la planta del *TIPO II* tenemos:



Como se observa se le resta la longitud correspondiente en la dirección de las columnas C2 en este caso el eje x

En las plantas del *TIPO I CA* ($L_n = 4\text{m}$) y área de 144 m^2 las áreas efectivas de los muros de corte en el “eje y” son mayores que los del “eje x”, salvo para las estructuras de 4 pisos donde sucede lo contrario, esto es debido a que los muros de la caja de ascensores orientados en el “eje y”, es suficiente para controlar los desplazamientos en ese sentido, entonces no se necesita agregar muros en las esquinas de la planta en esa dirección, en cambio en la dirección contraria “eje x”, el muro de la caja del ascensor orientado en esta dirección crea excentricidad en planta, por lo tanto los muros ubicados en el primer eje principal de la planta, han sido ubicados mas que nada para controlar la distorsión rotacional originado por la presencia de la caja de ascensores, el área efectiva en el “eje x” por lo tanto es mayor que la del “eje y” (ver Fig. 3.8). De la misma forma sucede para las demás plantas donde la $L_n=5$, área 225 m^2 y $L_n=6\text{m}$, área 324 m^2 . En las plantas del *TIPO II* y las del *TIPO III*, las áreas efectivas de los muros en el eje “x” es menor que en la otra dirección, esto sucede por la orientación de las columnas y a la forma de calcular las áreas efectivas en el presente trabajo, pero lo que debe resultar igual son las longitudes totales de los muros en planta, que se aprecian mejor en cada esquema de dichas plantas.

CAPITULO IV

Interpretación de los Resultados, Graficas y Comparaciones

En este capítulo se mostrará el comportamiento observado de la densidad de los muros de corte, durante el análisis sísmico dinámico, con las características dinámicas anotadas anteriormente, también como se encontró comportamiento óptimo de la curva que relaciona la densidad de los muros de corte con el área tributaria de dichos muros, para el controlar los desplazamientos en todos los tipos de plantas analizadas. Además se mostrarán las diferentes pruebas hechas, a la curva que rige el comportamiento óptimo de la densidad de los muros de corte, y así poder ver con que aproximación se calculan las áreas de los muros y el error que arrojará, a su vez se realizará algunas pruebas hechas a plantas no simétricas y observar que aproximación resulta al emplear esta curva de comportamiento resultado del análisis de la densidad de los muros de corte.

4.1 PARAMETROS UTILIZADOS EN EL COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD DE LOS MUROS DE CORTE

Se han hecho varios análisis en búsqueda de una posible curva que relacione la densidad de los muros de corte con un parámetro o grupos de parámetros que tenga un comportamiento esperado con una tendencia para así controlar los desplazamientos laterales de una estructura. Dentro de los parámetros analizados se encontró que la cortante, el periodo, la masa y la altura no guardaban cierta relación con la densidad de los muros de corte, pero en cambio el área tributaria en planta a los muros guardaba una relación y comportamiento bastante aceptable al calculo de la densidad de los muros de corte, encontrándose así algunas curvas de diferentes características y modo de empleo, en adelante solo se mostrará la curva que tiene mayor aproximación al comportamiento real de una estructura que nos permita el buen control de los

desplazamientos, siendo esta la curva mejor manejable y de mayor aproximación con el comportamiento esperado. Además que se puede decir que la densidad de los muros de corte se comporta muy bien con el parámetro del área tributaria a dichos muros analizados. Llamaremos comportamiento real al análisis hecho a la estructura sin utilizar la curva que relaciona la densidad de los muros de corte con el área tributaria a los muros, para dichas comparaciones los parámetros utilizados han sido los siguientes:

At: área tributaria correspondiente al muro

N: número de pisos de la estructura

Amx: área efectiva de los muros de corte en el eje x

Amy: área efectiva de los muros de corte en el eje y

Para mejor entendimiento de los parámetros utilizados en el análisis de las estructuras, primeramente se mostrarán los esquemas del cálculo de las áreas tributarias según el tipo de planta:

❖ Para la planta del TIPO I:

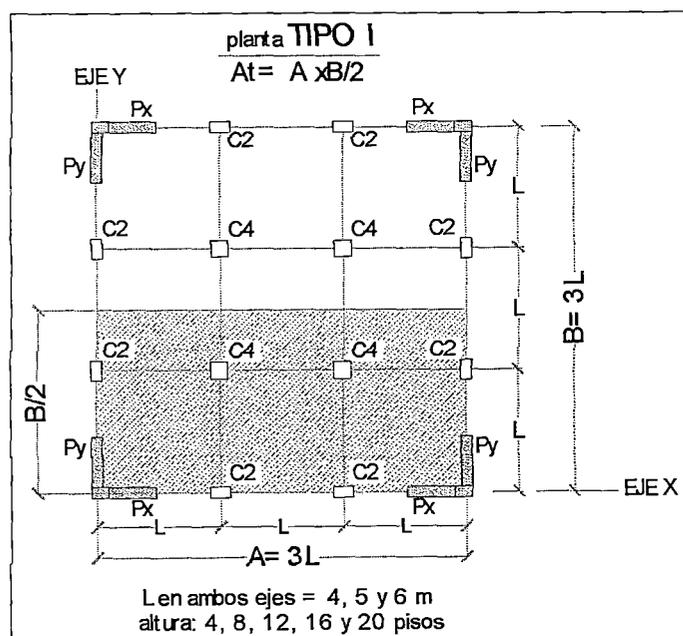


Fig. 4.1 Esquema del cálculo del área tributaria para plantas del Tipo I

Como se observa el área tributaria (A_t) de los dos primeros muros en la dirección del eje x, que pertenecen a los muros en forma de "L" ubicados en las esquinas, es la mitad del área de la planta, esto es porque la planta es simétrica, esta área tributaria (A_t) es la misma también para los dos primeros muros del "eje y" e igual para los otros dos muros ubicados en la esquina de la planta. Ocurre lo mismo para las demás plantas, ya que las plantas son simétricas, a su vez se puede decir que para las plantas no simétricas de forma rectangular, el calculo del área tributaria es también la mitad del área total como para el caso de plantas simétricas.

❖ Para la planta del TIPO I CA:

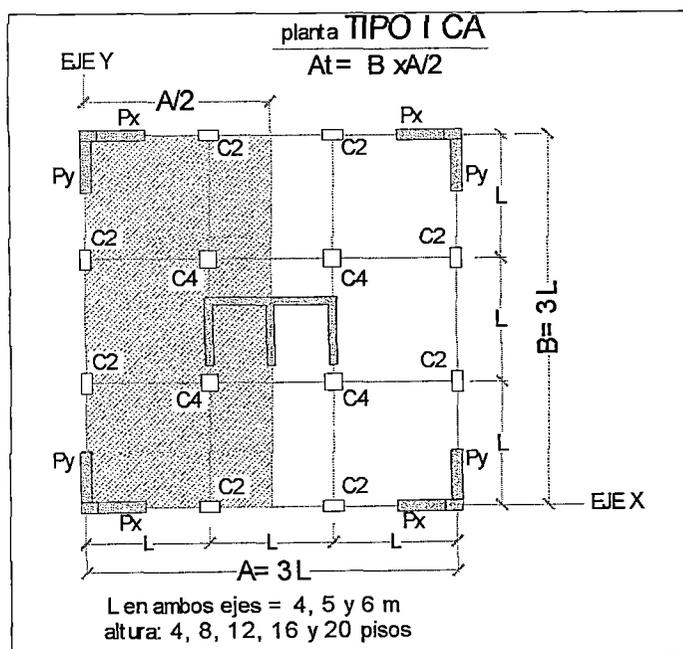


Fig. 4.2 Esquema del cálculo del área tributaria para plantas del Tipo I CA

Para las plantas del Tipo I CA, tipo II y del Tipo III, el cálculo de las áreas tributarias de los muros será también la mitad del área de la planta.

❖ Para la planta del TIPO II:

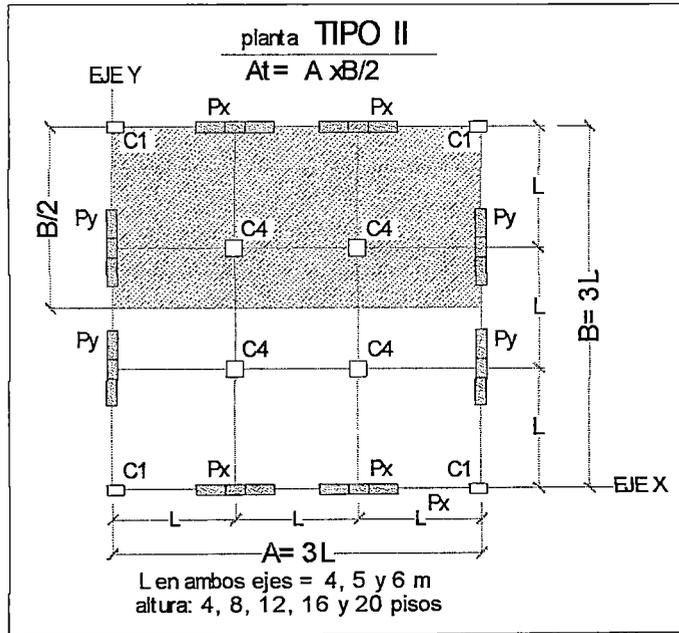


Fig. 4.3 Esquema del cálculo del área tributaria para plantas del Tipo II

❖ Para la planta del TIPO III:

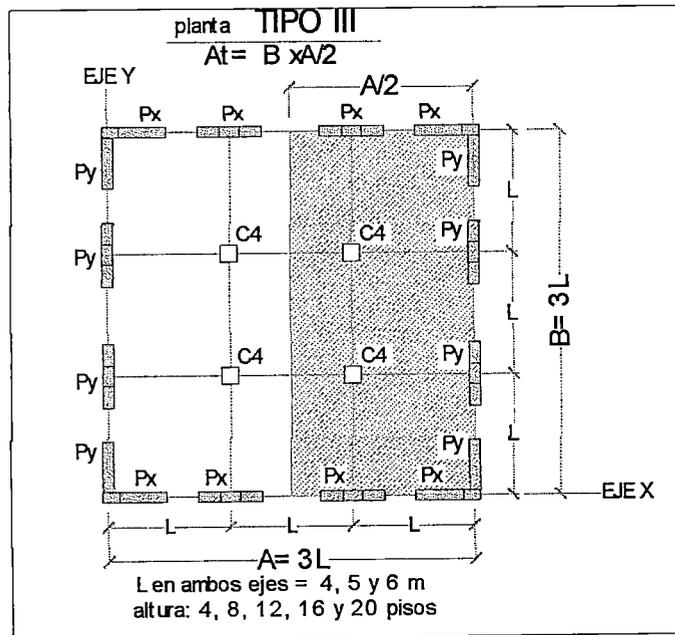


Fig. 4.4 Esquema del cálculo del área tributaria para plantas del Tipo III

4.2 COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS SEGÚN LA CURVA ESTUDIADA F2

Analizaremos el comportamiento de la curva donde solo se involucra, el área tributaria (A_t), el número de pisos (N) y el área efectiva de los muros de corte para cada dirección (A_{mx} , A_{my}), a esta curva que se le llamará F2, que viene a ser "el resultado del análisis del comportamiento de estructuras regulares para diferentes áreas de planta pero de una misma altura de pisos". Esta curva llamada F2 es más fácil de usar porque involucra por completo a todas las estructuras en una sola grafica según el tipo de planta. A su vez la interpolación entre estas es sencilla y rápida. Entonces de los cuadros de resultados mostrados en el capítulo anterior, se ha seleccionado los datos a utilizar para definir la curva F2, tal como sigue:

Antes definiremos los parámetros utilizados:

A_p : área de la planta

N : número de pisos de la estructura

A_{mx} : área efectiva de los muros de corte en el eje x

A_{my} : área efectiva de los muros de corte en el eje y

A_t : área tributaria a los muros de corte

- Para la (**PLANTA TIPO I**) tenemos el siguiente cuadro a utilizar:

En la dirección del eje X:

N	A_p (m ²)	A_t (m ²)	A_{mx} (m ²)	$A_t / 10$ (m ²)
4	144.00	72.00	0.90	7.20
	225.00	112.50	1.25	11.25
	324.00	162.00	1.30	16.20
8	144.00	72.00	2.58	7.20
	225.00	112.50	2.94	11.25
	324.00	162.00	3.12	16.20

12	144.00	72.00	4.13	7.20
	225.00	112.50	4.20	11.25
	324.00	162.00	4.34	16.20
16	144.00	72.00	5.36	7.20
	225.00	112.50	6.32	11.25
	324.00	162.00	7.20	16.20
20	144.00	72.00	5.36	7.20
	225.00	112.50	6.72	11.25
	324.00	162.00	7.60	16.20

Graficando los valores A_{mx} vs $A_t / 10$ tenemos la siguiente grafica:

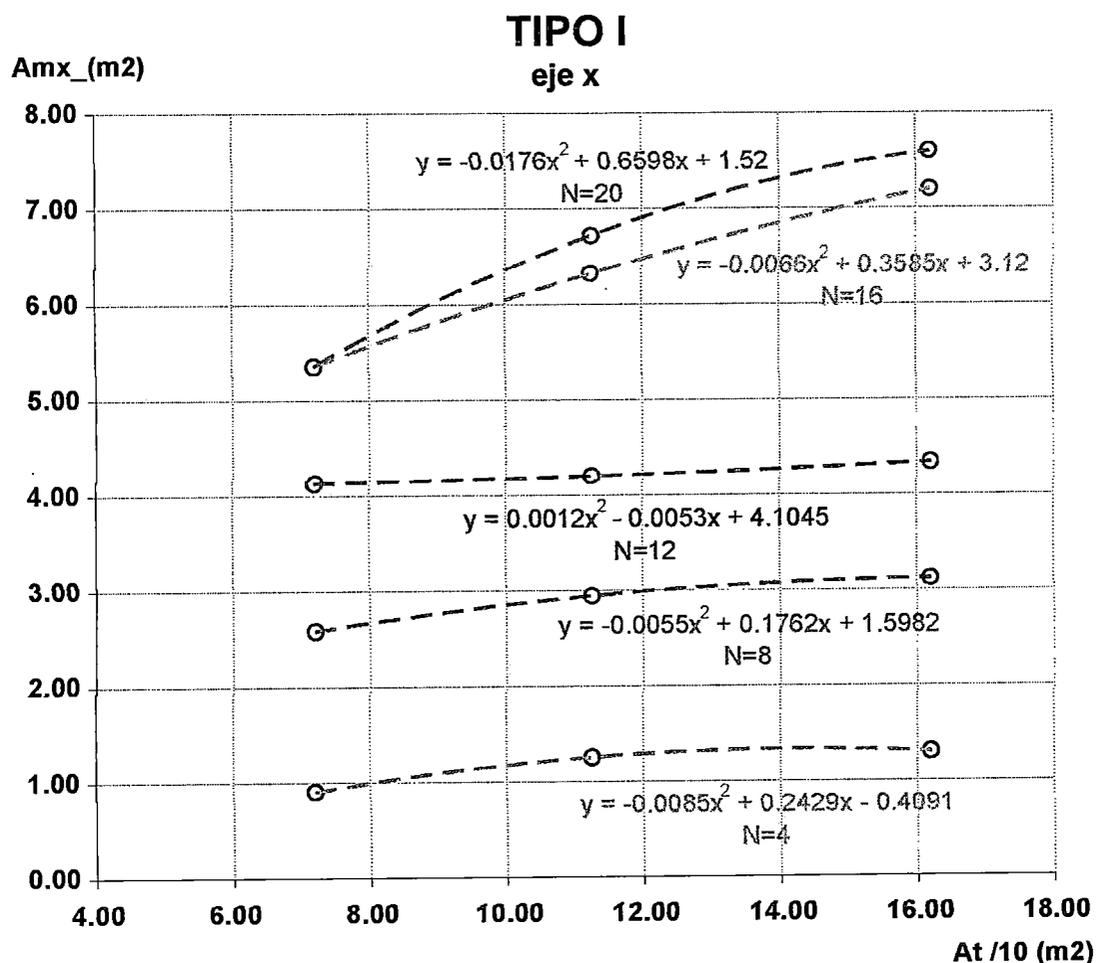


Fig. 4.5 Grafica de la Curva F2 en el eje x para plantas del tipo I

De la grafica se observa que la tendencia del comportamiento de la curva de densidad de los muros de corte, es una función cuadrática, para estructuras de 4, 8, 12, 16 y 20 pisos, todas ellas dentro de un mismo dominio que comprende entre [7.20 ; 16.20], esto quiere decir que se puede utilizar la curva para cualquier planta, donde el parámetro ($A_t / 10$) se encuentre dentro de este dominio, pero con un número de pisos (N) determinado, por lo que se tiene el siguiente comportamiento según el número de pisos de la estructura:

Para estructuras donde el valor de $A_t / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 4 pisos y de 3m de altura de entrepiso (h_i), se tiene:

$$F2 = - 0.0085 \times X^2 + 0.2429 \times X - 0.4091$$

X	Y	Y _(F2)
$A_t / 10$ (m^2)	A_{mx} (m^2)	A_{mx} (m^2) según F2
7.20	0.90	0.90
11.25	1.25	1.25
16.20	1.30	1.30

Para estructuras donde el valor de $A_t / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 8 pisos y de 3m de altura de entrepiso (h_i), se tiene:

$$F2 = - 0.0055 \times X^2 + 0.1762 \times X + 1.5982$$

X	Y	Y _(F2)
$A_t / 10$ (m^2)	A_{mx} (m^2)	A_{mx} (m^2) según F2
7.20	2.58	2.58
11.25	2.94	2.88
16.20	3.12	3.01

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 12 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = 0.0012 \times X^2 - 0.0053 \times X + 4.1045$$

X	Y	Y (F2)
$At / 10 (m^2)$	$Amx (m^2)$	$Amx (m^2)$ según F2
7.20	4.13	4.13
11.25	4.20	4.20
16.20	4.34	4.33

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 16 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0066 \times X^2 + 0.3585 \times X + 3.12$$

X	Y	Y (F2)
$At / 10 (m^2)$	$Amx (m^2)$	$Amx (m^2)$ según F2
7.20	5.36	5.36
11.25	6.32	6.32
16.20	7.20	7.20

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 20 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0176 \times X^2 + 0.6598 \times X + 1.52$$

X	Y	Y _(F2)
At / 10 (m ²)	Amx (m ²)	Amx (m ²) según F2
7.20	5.36	5.36
11.25	6.72	6.72
16.20	7.20	7.59

En la dirección del eje Y:

N	Ap (m ²)	At (m ²)	Amy (m ²)	At / 10 (m ²)
4	144.00	72.00	1.05	7.20
	225.00	112.50	1.40	11.25
	324.00	162.00	1.50	16.20
8	144.00	72.00	2.76	7.20
	225.00	112.50	3.18	11.25
	324.00	162.00	3.42	16.20
12	144.00	72.00	4.41	7.20
	225.00	112.50	4.62	11.25
	324.00	162.00	4.69	16.20
16	144.00	72.00	5.60	7.20
	225.00	112.50	6.80	11.25
	324.00	162.00	7.68	16.20
20	144.00	72.00	5.68	7.20
	225.00	112.50	7.04	11.25
	324.00	162.00	8.00	16.20

Graficando los valores A_{my} vs $At / 10$ se tiene la grafica:

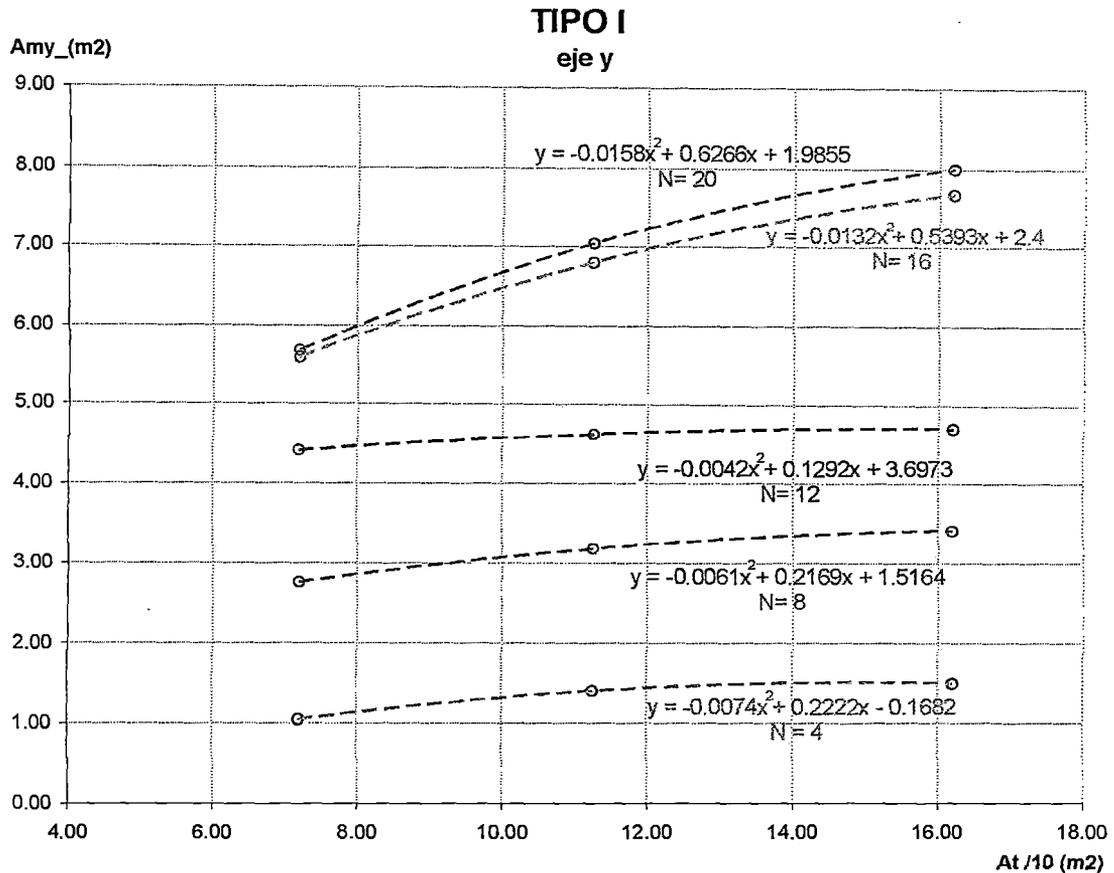


Fig. 4.6 Grafica de la Curva F2 en el eje y para plantas del tipo I

De la grafica se observa que el comportamiento también es una función cuadrática, para estructuras de 4, 8, 12, 16 y 20 pisos, todas ellas dentro de un mismo dominio que comprende entre [7.20 ; 16.20], esto quiere decir que se puede utilizar la curva para cualquier planta, donde el parámetro ($At / 10$) se encuentre dentro de este dominio, pero con un número de pisos (N) determinado, por lo que se tiene el siguiente comportamiento según el número de pisos de la estructura:

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 4 pisos y de 3m de altura de entrepiso (h), se tiene:

$$F2 = - 0.0074 \times X^2 + 0.2222 \times X - 0.1682$$

X	Y	Y _(F2)
At / 10 (m ²)	Amy (m ²)	Amy (m ²) según F2
7.20	1.05	1.05
11.25	1.40	1.39
16.20	1.50	1.49

Para estructuras donde el valor de At / 10 en m² comprende entre [7.20 ; 16.20], de 8 pisos y de 3m de altura de entrepiso (*hi*), se tiene:

$$F2 = - 0.0061 \times X^2 + 0.2169 \times X + 1.5164$$

X	Y	Y _(F2)
At / 10 (m ²)	Amy (m ²)	Amy (m ²) según F2
7.20	2.76	2.76
11.25	3.18	3.18
16.20	3.42	3.43

Para estructuras donde el valor de At / 10 en m² comprende entre [7.20 ; 16.20], de 12 pisos y de 3m de altura de entrepiso (*hi*), se tiene:

$$F2 = - 0.0042 \times X^2 + 0.1292 \times X + 3.6973$$

X	Y	Y _(F2)
At / 10 (m ²)	Amy (m ²)	Amy (m ²) según F2
7.20	4.41	4.41
11.25	4.62	4.62
16.20	4.69	4.69

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 16 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0132 \times X^2 + 0.5393 \times X + 2.40$$

X	Y	Y _(F2)
At / 10 (m^2)	Amy (m^2)	Amy (m^2) según F2
7.20	5.60	5.60
11.25	6.80	6.80
16.20	7.68	7.67

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 20 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0158 \times X^2 + 0.6266 \times X + 1.9855$$

X	Y	Y _(F2)
At / 10 (m^2)	Amy (m^2)	Amy (m^2) según F2
7.20	5.68	5.68
11.25	7.04	7.04
16.20	8.00	7.99

Para estructuras que no presenten la misma altura de pisos, se tendrá que interpolar las graficas según entre que curvas se encuentren, o sea entre que altura de pisos se encuentra la estructura, además que este dentro del dominio que es el mismo para todos los análisis, a continuación se presenta el procedimiento para la interpolación de curvas del TIPO I, en donde:

Y2: expresión matemática de la curva superior en m^2

Y1: expresión matemática de la curva inferior en m^2

Yo: expresión matemática de la curva interpolada en m^2

Ns: limite superior del número de pisos de la estructura analizada

N_i: limite inferior del número de pisos de la estructura analizada

N_o: numero de pisos de la estructura a interpolar

A,B: coeficientes

$$Y_o = \frac{A \times Y_1 + B \times Y_2}{(A+B)}$$

$$A = N_s - N_o ; B = N_o - N_i ;$$

Por ejemplo para una estructura de 13 pisos de altura y área de planta igual a 260 m² tenemos:

Para el "eje x"

$$N_s = 16 \dots\dots\dots Y_2 = - 0.0066 \times X^2 + 0.3585 \times X + 3.12$$

$$N_i = 12 \dots\dots\dots Y_1 = 0.0012 \times X^2 - 0.0053 \times X + 4.1045$$

$$N_o = 13$$

$$A = 3$$

$$B = 1$$

Entonces :

$$Y_o = \frac{3 \times Y_1 + 1 \times Y_2}{(3+1)}$$

$$Y_o = \frac{3 \times Y_1 + Y_2}{4}$$

$$Y_o = 0.75 \times (0.0012 \times X^2 - 0.0053 \times X + 4.1045) + 0.25 \times (- 0.0066 \times X^2 + 0.3585 \times X + 3.12)$$

$$Y_o = - 0.008 \times X^2 + 0.0856 \times X + 3.8584$$

Como se ve no se involucra el área de la planta en la interpolación, este dato se emplea ya para el cálculo del área efectiva de muros a necesitar (A_m), en cualquier dirección (ver Fig. 4.7).

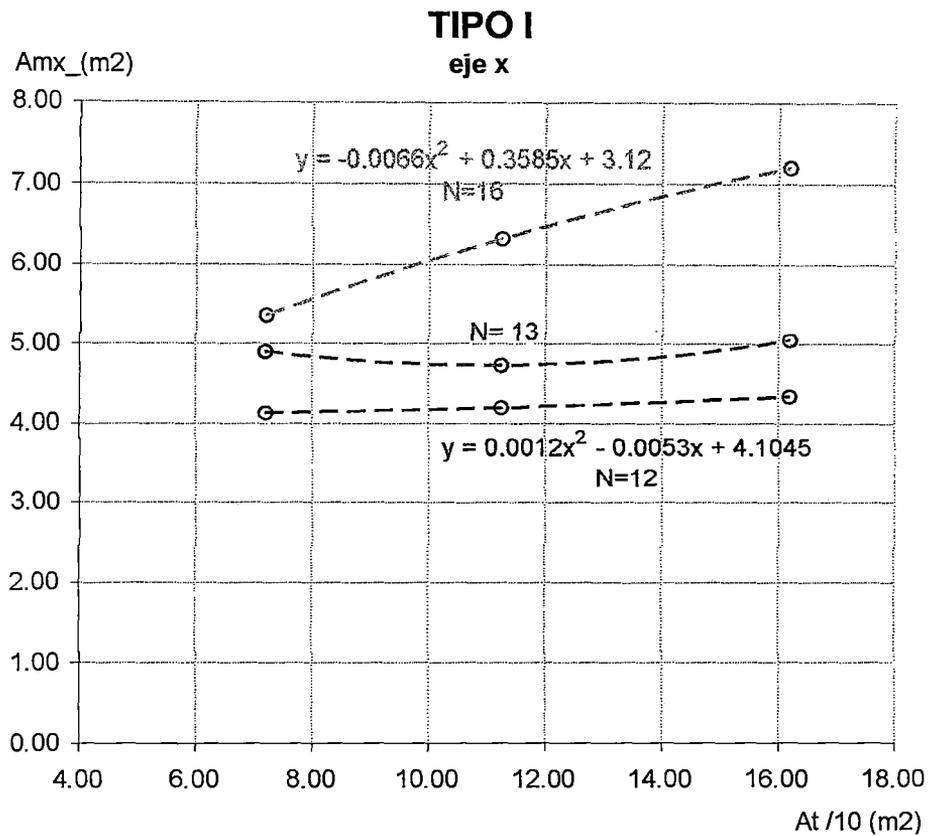


Fig. 4.7 Grafica de la Curva interpolada para un edificio de 14 pisos

De la Fig. 4.7 La curva de color verde es la interpolación para estructuras con el número de pisos igual a N=13, interpolada entre las curvas N=12 y N=16, del mismo modo se procederá para las demás estructuras de diferentes niveles y en la otra dirección. A su vez la interpolación de los demás tipos de planta (TIPO I CA, TIPO II y TIPO III), se realizará de la misma manera, utilizando las expresiones anteriores.

➤ Para la (**PLANTA TIPO I CA**) tenemos el siguiente cuadro a utilizar:

En la dirección del eje X:

N	Ap (m ²)	At (m ²)	Amx (m ²)	At / 10 (m ²)
4	144.00	72.00	1.95	7.20
	225.00	112.50	1.74	11.25
	324.00	162.00	1.64	16.20
8	144.00	72.00	1.63	7.20
	225.00	112.50	2.89	11.25
	324.00	162.00	3.31	16.20
12	144.00	72.00	3.94	7.20
	225.00	112.50	4.46	11.25
	324.00	162.00	4.68	16.20
16	144.00	72.00	6.20	7.20
	225.00	112.50	6.52	11.25
	324.00	162.00	6.28	16.20
20	144.00	72.00	6.28	7.20
	225.00	112.50	7.82	11.25
	324.00	162.00	8.46	16.20

Graficando los valores Amx vs $At / 10$ se tiene la grafica de la fig. 4.8

De la grafica se observa también que el comportamiento de la curva de densidad de los muros de corte, es una función cuadrática y que todas ellas tienen un mismo dominio que comprende entre [7.20 ; 16.20], esto quiere decir que se puede utilizar la curva para cualquier planta, donde el parámetro ($At / 10$) se encuentre dentro de este dominio, pero con un número de pisos (N) determinado.

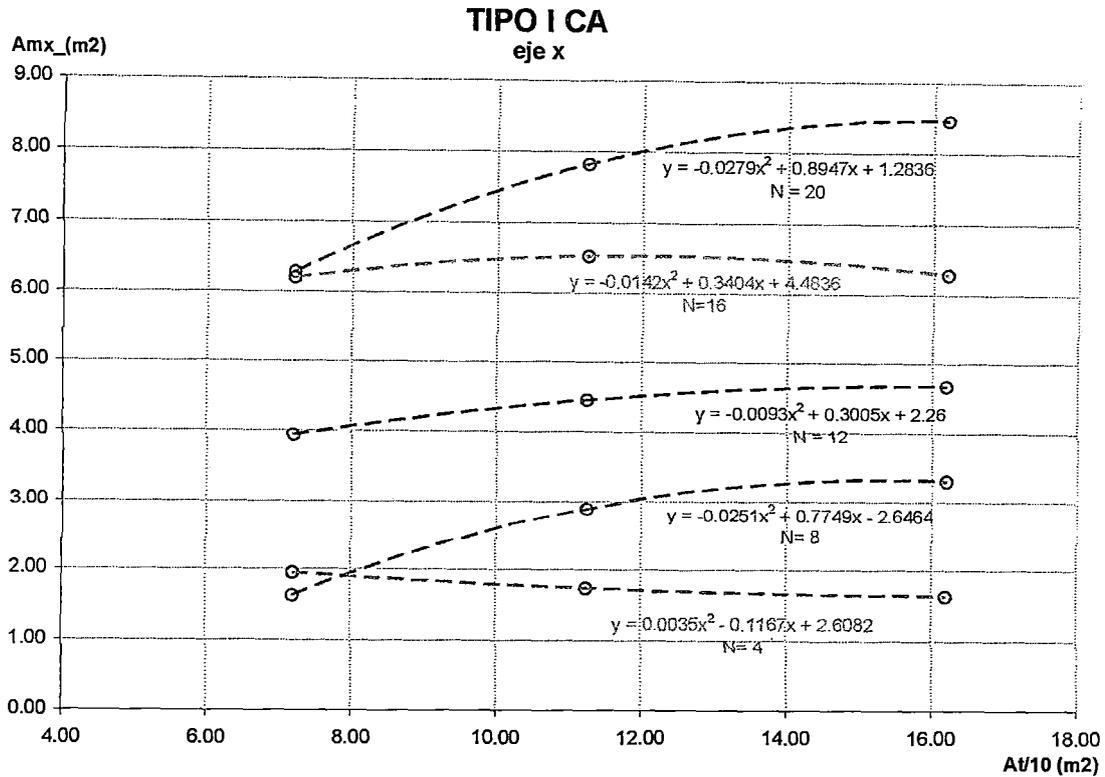


Fig. 4.8 Grafica de la Curva F2 en el eje x
 Para plantas del tipo I CA

Por lo que se tiene el siguiente comportamiento según el número de pisos de las estructuras en estudio, entonces:

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre $[7.20 ; 16.20]$, de 4 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = 0.0035 \times X^2 - 0.1167 \times X + 2.6082$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amx (m^2)$	$Amx (m^2)$ según F2
7.20	1.95	1.95
11.25	1.74	1.74
16.20	1.64	1.64

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 8 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0251 \times X^2 + 0.7749 \times X - 2.6464$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10$ (m^2)	Amx (m^2)	Amx (m^2) según F2
7.20	1.63	1.63
11.25	2.89	2.89
16.20	3.31	3.32

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 12 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0093 \times X^2 + 0.3005 \times X + 2.26$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10$ (m^2)	Amx (m^2)	Amx (m^2) según F2
7.20	3.94	3.94
11.25	4.46	4.46
16.20	4.68	4.69

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 16 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0142 \times X^2 + 0.3404 \times X + 4.4836$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10$ (m^2)	Amx (m^2)	Amx (m^2) según F2
7.20	6.20	6.20
11.25	6.52	6.52
16.20	6.28	6.27

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre $[7.20 ; 16.20]$, de 20 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0279 \times X^2 + 0.8947 \times X + 1.2836$$

X	Y	Y (F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amx (m^2)$	$Amx (m^2)$ según F2
7.20	6.28	6.28
11.25	7.82	7.82
16.20	8.46	8.46

En la dirección del eje Y:

N	$Ap (m^2)$	$At (m^2)$	$Amy (m^2)$	$At / 10 (m^2)$
4	144.00	72.00	1.26	7.20
	225.00	112.50	1.26	11.25
	324.00	162.00	1.26	16.20
8	144.00	72.00	3.84	7.20
	225.00	112.50	4.26	11.25
	324.00	162.00	4.62	16.20
12	144.00	72.00	5.41	7.20
	225.00	112.50	6.08	11.25
	324.00	162.00	6.29	16.20
16	144.00	72.00	7.08	7.20
	225.00	112.50	8.69	11.25
	324.00	162.00	8.12	16.20
20	144.00	72.00	7.24	7.20
	225.00	112.50	9.34	11.25
	324.00	162.00	10.07	16.20

Graficando los valores A_{my} vs $A_t / 10$ tenemos la siguiente grafica:

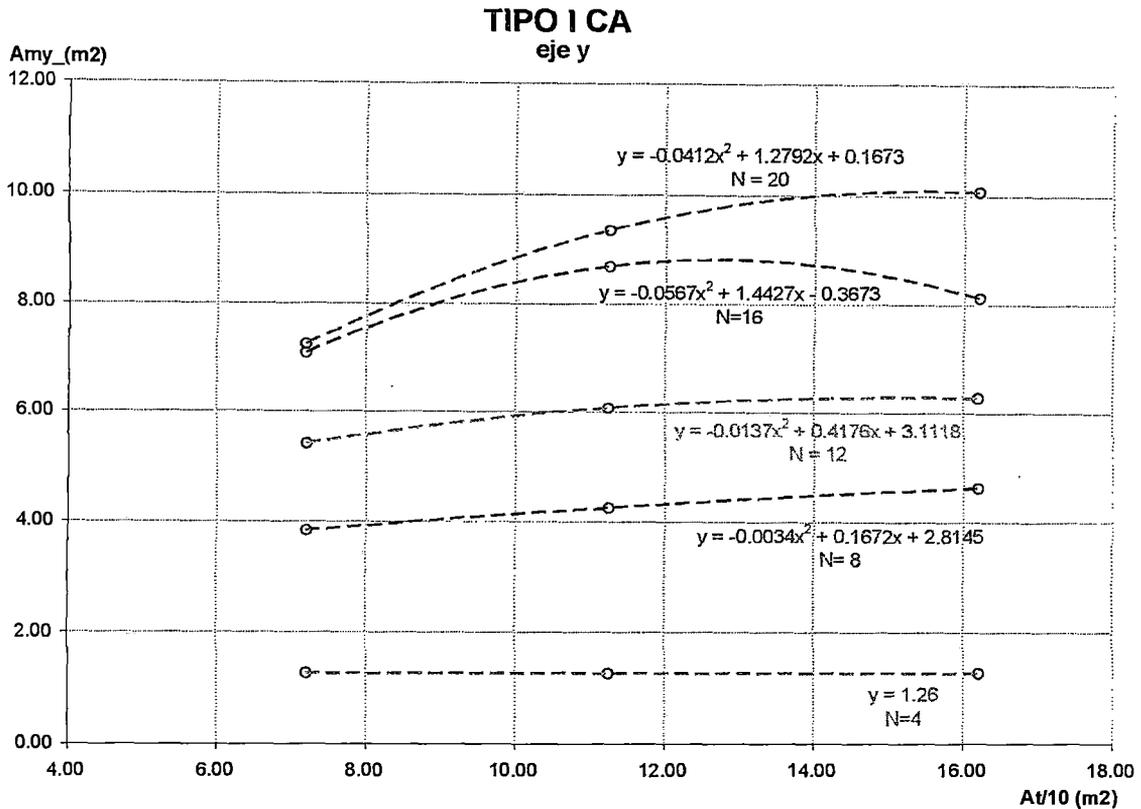


Fig. 4.9 Grafica de la Curva F2 en el eje y
 Para plantas del tipo I CA

De la grafica se observa que el comportamiento también es una función cuadrática, al igual que las anteriores que tienen las mismas características, por lo que se tiene el siguiente comportamiento según el número de pisos de las estructuras en estudio, entonces:

Para estructuras donde el valor de $A_t / 10$ en m^2 comprende entre $[7.20 ; 16.20]$, de 4 pisos y de 3m de altura de entrepiso (h_i), se tiene:

F2= 1.26

X	Y	Y _(F2)
$A_t \times N / 10$ (m²)	A_{my} (m²)	A_{my} (m²) según F2
7.20	1.26	1.26
11.25	1.26	1.26
16.20	1.26	1.26

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 8 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0034 \times X^2 + 0.1672 \times X + 2.8145$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amy (m^2)$	$Amy (m^2)$ según F2
7.20	3.84	3.84
11.25	4.26	4.27
16.20	4.62	4.63

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 12 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0137 \times X^2 + 0.4176 \times X + 3.1118$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amy (m^2)$	$Amy (m^2)$ según F2
7.20	5.41	5.41
11.25	6.08	6.08
16.20	6.29	6.28

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 16 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0567 \times X^2 + 1.4427 \times X - 0.3673$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amy (m^2)$	$Amy (m^2)$ según F2
7.20	7.08	7.08
11.25	8.69	8.69
16.20	8.12	8.12

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 20 pisos y de 3m de altura de entrepiso (h_i), se tiene:

$$F2 = - 0.0412 \times X^2 + 1.2792 \times X + 0.1673$$

X	Y	Y (F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$A_{my} (m^2)$	$A_{my} (m^2)$ según F2
7.20	7.24	7.24
11.25	9.34	9.34
16.20	10.07	10.08

Para estructuras que no presenten la misma altura, se tendrá que interpolar las graficas según entre que curvas se encuentren, siguiendo el mismo procedimiento de interpolación de los casos anteriores. En adelante todas las curvas del comportamiento del área de los muros de corte son cuadráticas, y que presentan todas el mismo dominio de aplicación.

- Para la (**PLANTA TIPO II**) tenemos el siguiente cuadro a utilizar:

En la dirección del eje X:

N	$A_p (m^2)$	$A_t (m^2)$	$A_{mx} (m^2)$	$At / 10 (m^2)$
4	144.00	72.00	1.55	7.20
	225.00	112.50	2.00	11.25
	324.00	162.00	2.20	16.20
8	144.00	72.00	3.30	7.20
	225.00	112.50	4.02	11.25
	324.00	162.00	4.70	16.20
12	144.00	72.00	3.99	7.20
	225.00	112.50	4.83	11.25
	324.00	162.00	5.60	16.20

16	144.00	72.00	5.12	7.20
	225.00	112.50	5.92	11.25
	324.00	162.00	6.32	16.20
20	144.00	72.00	5.36	7.20
	225.00	112.50	6.56	11.25
	324.00	162.00	7.20	16.20

Graficando los valores A_{mx} vs $A_t / 10$ tenemos la siguiente grafica:

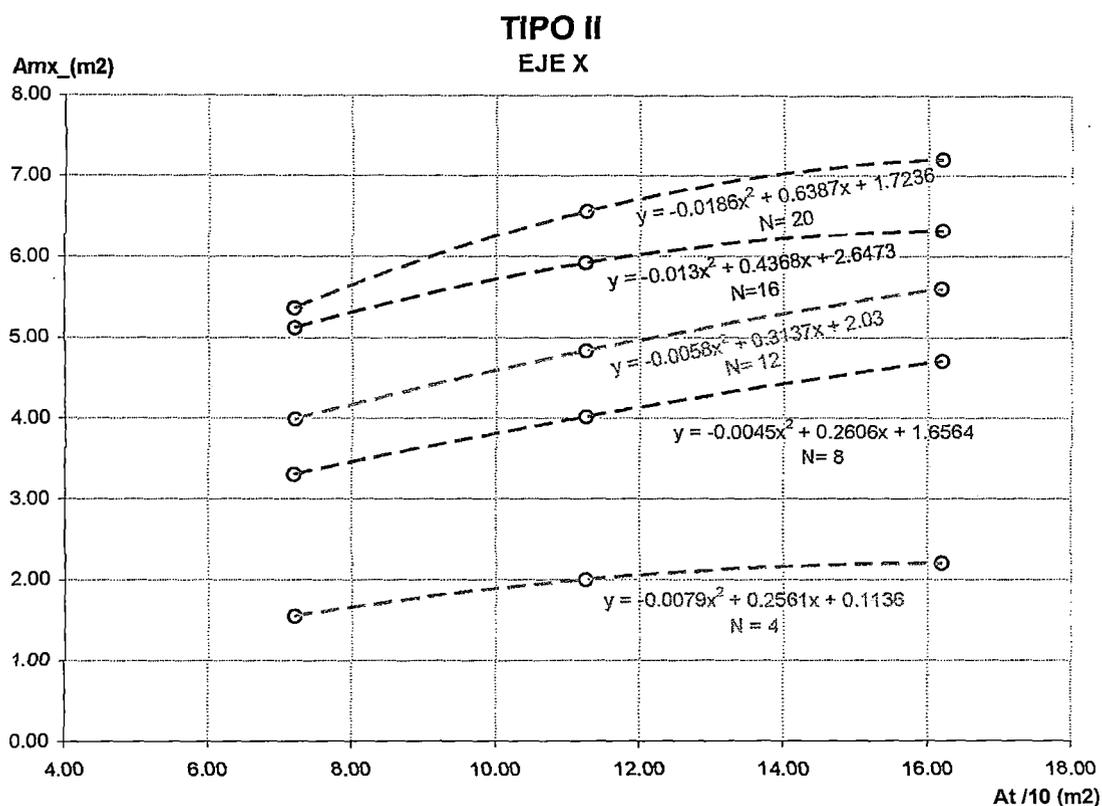


Fig. 4.10 Grafica de la Curva F2 en el eje x
 Para plantas del tipo II

De la grafica se observa que el comportamiento de la curva de densidad de los muros de corte, es una función cuadrática igual que las anteriores, por lo que se tiene el siguiente comportamiento según el número de pisos de las estructuras en estudio, entonces:

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 4 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0079 \times X^2 + 0.2561 \times X + 0.1136$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amx (m^2)$	$Amx (m^2)$ según F2
7.20	1.55	1.55
11.25	2.00	1.99
16.20	2.20	2.19

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 8 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0045 \times X^2 + 0.2606 \times X + 1.6564$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amx (m^2)$	$Amx (m^2)$ según F2
7.20	3.30	3.30
11.25	4.02	4.02
16.20	4.70	4.70

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 12 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0058 \times X^2 + 0.3137 \times X + 2.03$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amx (m^2)$	$Amx (m^2)$ según F2
7.20	3.99	3.99
11.25	4.83	4.83
16.20	5.60	5.59

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 16 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.013 \times X^2 + 0.4368 \times X + 2.6473$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amx (m^2)$	$Amx (m^2)$ según F2
7.20	5.12	5.12
11.25	5.92	5.92
16.20	6.32	6.31

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 20 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0186 \times X^2 + 0.6387 \times X + 1.7236$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amx (m^2)$	$Amx (m^2)$ según F2
7.20	5.36	5.36
11.25	6.56	6.55
16.20	7.20	7.19

En la dirección del eje Y:

N	$Ap (m^2)$	$At (m^2)$	$Amy (m^2)$	$At / 10 (m^2)$
4	144.00	72.00	1.60	7.20
	225.00	112.50	2.05	11.25
	324.00	162.00	2.25	16.20
8	144.00	72.00	3.30	7.20
	225.00	112.50	4.02	11.25

	324.00	162.00	4.70	16.20
12	144.00	72.00	4.06	7.20
	225.00	112.50	4.83	11.25
	324.00	162.00	5.67	16.20
16	144.00	72.00	5.16	7.20
	225.00	112.50	6.00	11.25
	324.00	162.00	6.40	16.20
20	144.00	72.00	5.44	7.20
	225.00	112.50	6.64	11.25
	324.00	162.00	7.24	16.20

Graficando los valores A_{my} vs $A_t / 10$ tenemos la siguiente grafica:

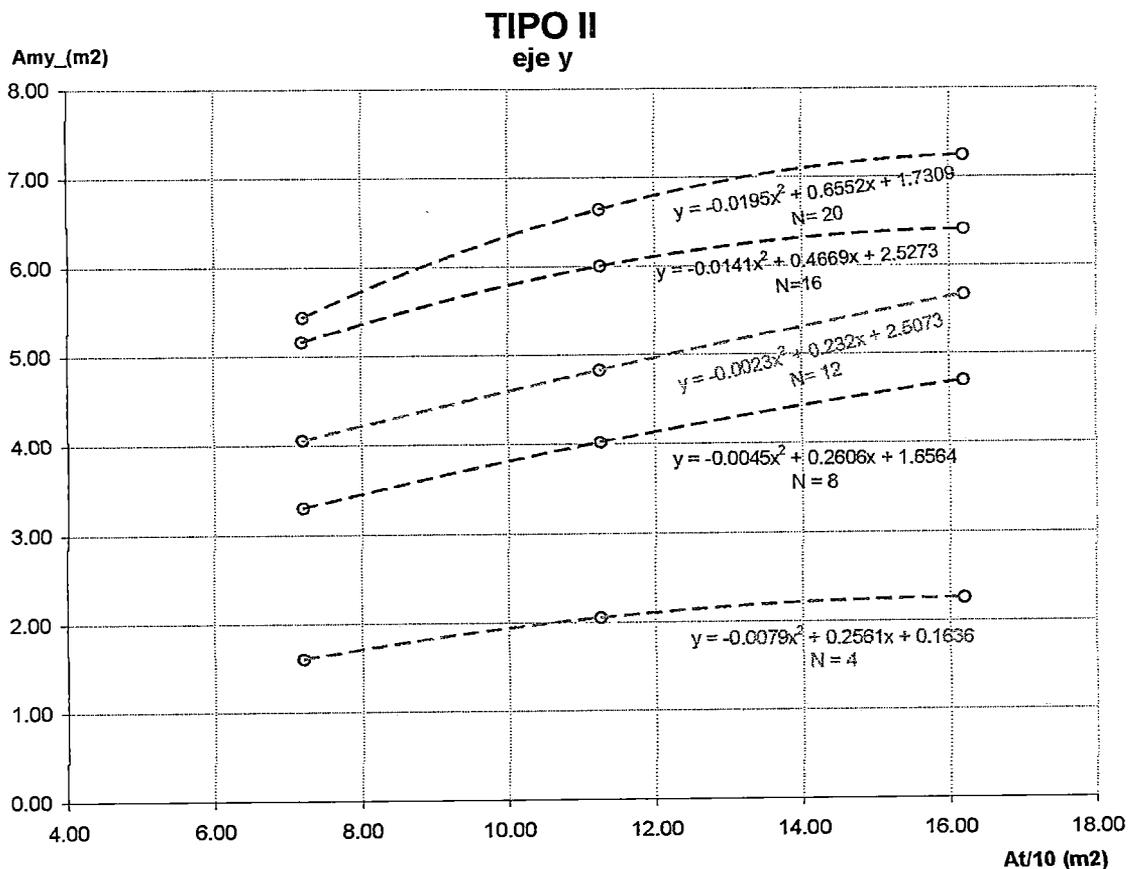


Fig. 4.11 Grafica de la Curva F2 en el eje y
 Para plantas del tipo II

De la grafica se observa que el comportamiento también es una función cuadrática, que presenta las mismas características que las demás, por lo que se tiene el siguiente comportamiento según el número de pisos de la estructura:

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 4 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0079 \times X^2 + 0.2561 \times X + 0.1636$$

X	Y	Y (F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$A_{my} (m^2)$	$A_{my} (m^2)$ según F2
7.20	1.60	1.60
11.25	2.05	2.04
16.20	2.25	2.24

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 8 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0045 \times X^2 + 0.2606 \times X + 1.6564$$

X	Y	Y (F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$A_{my} (m^2)$	$A_{my} (m^2)$ según F2
7.20	3.30	3.30
11.25	4.02	4.02
16.20	4.70	4.70

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 12 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0023 \times X^2 + 0.232 \times X + 2.5073$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amy (m^2)$	$Amy (m^2)$ según F2
7.20	4.06	4.06
11.25	4.83	4.83
16.20	5.67	5.66

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 16 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0141 \times X^2 + 0.4669 \times X + 2.5273$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amy (m^2)$	$Amy (m^2)$ según F2
7.20	5.16	5.16
11.25	6.00	6.00
16.20	6.40	6.39

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 20 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0195 \times X^2 + 0.6552 \times X + 1.7309$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amy (m^2)$	$Amy (m^2)$ según F2
7.20	5.44	5.44
11.25	6.64	6.63
16.20	7.24	7.23

Para estructuras que no presenten la misma altura de pisos, se tendrá que interpolar las graficas según entre que curvas se encuentren, siguiendo el mismo procedimiento de interpolación de los casos anteriores.

- Para la (**PLANTA TIPO III**) tenemos el siguiente cuadro a utilizar:

En la dirección del eje X:

N	Ap (m ²)	At (m ²)	Amx (m ²)	At / 10 (m ²)
4	144.00	72.00	1.85	7.20
	225.00	112.50	2.50	11.25
	324.00	162.00	2.65	16.20
8	144.00	72.00	3.78	7.20
	225.00	112.50	3.48	11.25
	324.00	162.00	5.40	16.20
12	144.00	72.00	4.34	7.20
	225.00	112.50	5.25	11.25
	324.00	162.00	6.16	16.20
16	144.00	72.00	5.12	7.20
	225.00	112.50	6.24	11.25
	324.00	162.00	7.28	16.20
20	144.00	72.00	5.12	7.20
	225.00	112.50	6.48	11.25
	324.00	162.00	7.36	16.20

Graficando los valores A_{mx} vs $A_t / 10$ tenemos la siguiente grafica:

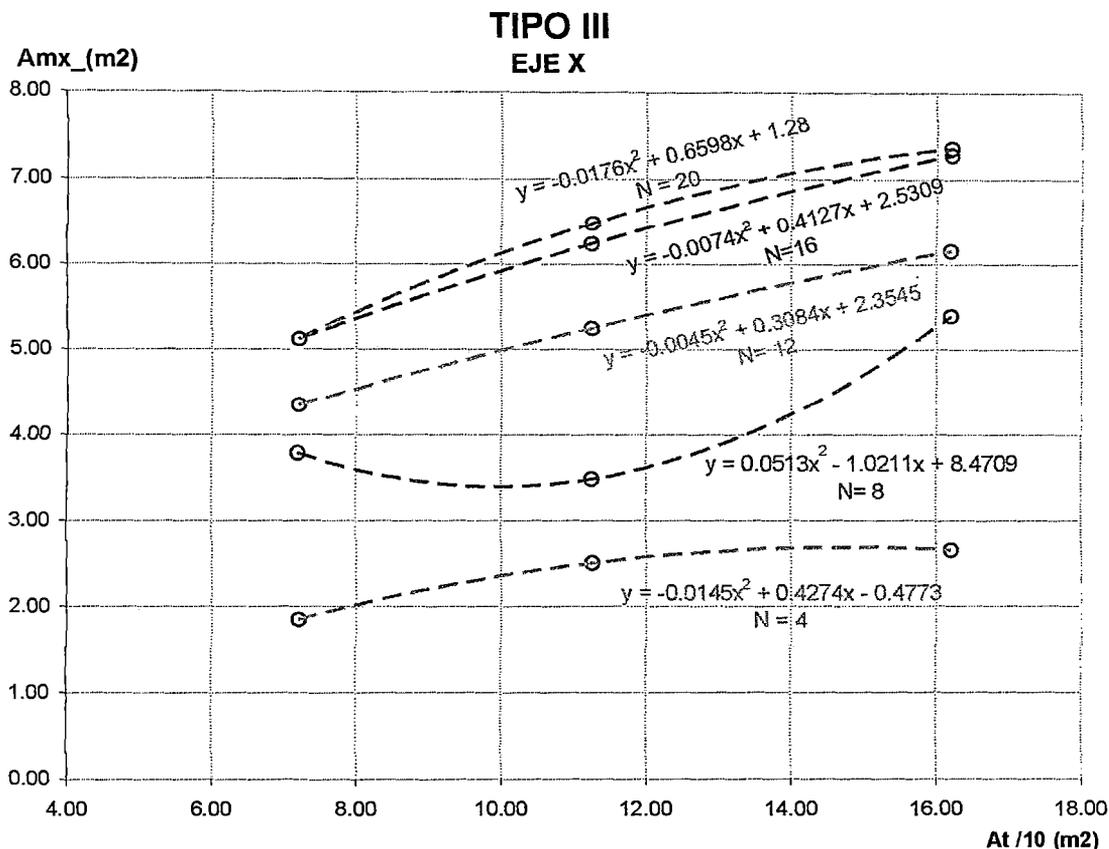


Fig. 4.12 Grafica de la Curva F2 en el eje x
 Para plantas del tipo III

De la grafica se observa que el comportamiento de la curva de densidad de los muros de corte, es una función cuadrática y que presentan las mismas características que las curvas anteriores, por lo que se tiene el siguiente comportamiento según el número de pisos de las estructuras en estudio, entonces:

Para estructuras donde el valor de $A_t / 10$ en m² comprende entre [7.20 ; 16.20], de 4 pisos y de 3m de altura de entrepiso (h_i), se tiene:

$$F2 = -0.0145 \times X^2 + 0.4274 \times X - 0.4773$$

X	Y	Y _(F2)
At × N / 10 (m ²)	Amx (m ²)	Amx (m ²) según F2
7.20	1.85	1.85
11.25	2.50	2.50
16.20	2.65	2.64

Para estructuras donde el valor de At / 10 en m² comprende entre [7.20 ; 16.20], de 8 pisos y de 3m de altura de entrepiso (*hi*), se tiene:

$$F2 = 0.0513 \times X^2 - 1.0211 \times X + 8.4709$$

X	Y	Y _(F2)
At × N / 10 (m ²)	Amx (m ²)	Amx (m ²) según F2
7.20	3.78	3.78
11.25	3.48	3.48
16.20	5.40	5.39

Para estructuras donde el valor de At / 10 en m² comprende entre [7.20 ; 16.20], de 12 pisos y de 3m de altura de entrepiso (*hi*), se tiene:

$$F2 = - 0.0045 \times X^2 + 0.3084 \times X + 2.3545$$

X	Y	Y _(F2)
At × N / 10 (m ²)	Amx (m ²)	Amx (m ²) según F2
7.20	4.34	4.34
11.25	5.25	5.25
16.20	6.16	6.17

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 16 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0074 \times X^2 + 0.4127 \times X + 2.5309$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amx (m^2)$	$Amx (m^2)$ según F2
7.20	5.12	5.12
11.25	6.24	6.24
16.20	7.28	7.27

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 20 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0176 \times X^2 + 0.6598 \times X + 1.28$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amx (m^2)$	$Amx (m^2)$ según F2
7.20	5.12	5.12
11.25	6.48	6.48
16.20	7.36	7.35

En la dirección del eje Y:

N	Ap (m^2)	At (m^2)	Amy (m^2)	At / 10 (m^2)
4	144.00	72.00	2.00	7.20
	225.00	112.50	2.65	11.25
	324.00	162.00	2.85	16.20
8	144.00	72.00	3.96	7.20
	225.00	112.50	3.72	11.25
	324.00	162.00	5.70	16.20

12	144.00	72.00	4.62	7.20
	225.00	112.50	5.67	11.25
	324.00	162.00	6.51	16.20
16	144.00	72.00	5.36	7.20
	225.00	112.50	6.72	11.25
	324.00	162.00	7.76	16.20
20	144.00	72.00	5.44	7.20
	225.00	112.50	6.80	11.25
	324.00	162.00	7.76	16.20

Graficando los valores A_{my} vs $A_t / 10$ se tiene la siguiente grafica:

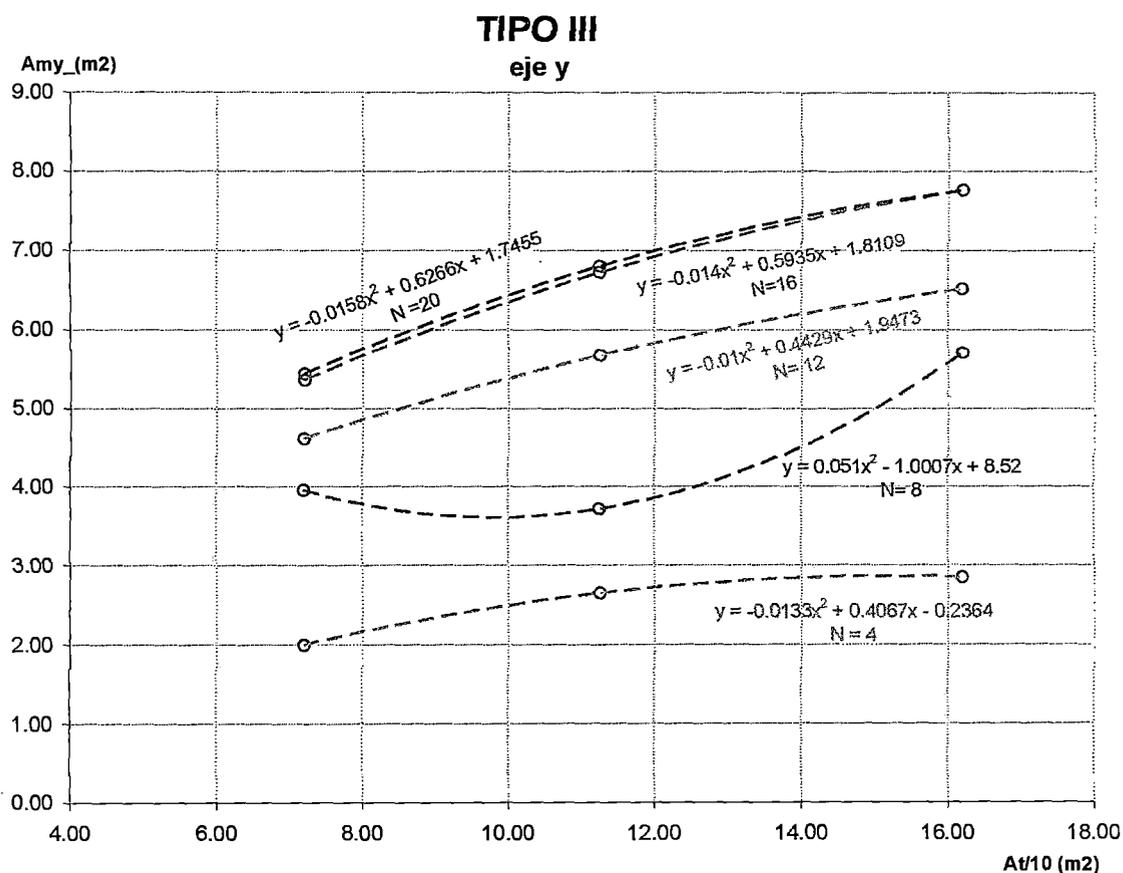


Fig. 4.13 Grafica de la Curva F2 en el eje y
Para plantas del tipo III

De la grafica se observa que la tendencia del comportamiento son curvas cuadráticas, la misma tendencia que las curvas de los demás tipos, la curva para

N=16 (color violeta) y N=20 (color azul) son casi semejantes, pero no iguales, todas ellas dentro de un mismo dominio que comprende entre [7.20 ; 16.20], esto quiere decir que se puede utilizar la curva para cualquier planta, donde el parámetro ($At / 10$) se encuentre dentro de este dominio, pero con un número de pisos (N) determinado, por lo que se tiene el siguiente comportamiento según el número de pisos de la estructura:

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 4 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = -0.0133 \times X^2 + 0.4067 \times X + 0.2364$$

X	Y	Y (F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amy (m^2)$	$Amy (m^2)$ según F2
7.20	2.00	2.00
11.25	2.65	2.66
16.20	2.85	2.86

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 8 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = 0.051 \times X^2 - 1.0007 \times X + 8.52$$

X	Y	Y (F2)
$At \times N / 10 (m^2)$	$Amy (m^2)$	$Amy (m^2)$ según F2
7.20	3.96	3.96
11.25	3.72	3.72
16.20	5.70	5.69

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 12 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.01 \times X^2 + 0.4429 \times X + 1.9473$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10$ (m^2)	A_{my} (m^2)	A_{my} (m^2) según F2
7.20	4.62	4.62
11.25	5.67	5.66
16.20	6.51	6.50

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 16 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.014 \times X^2 + 0.5935 \times X + 1.8109$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10$ (m^2)	A_{my} (m^2)	A_{my} (m^2) según F2
7.20	5.36	5.36
11.25	6.72	6.72
16.20	7.76	7.75

Para estructuras donde el valor de $At / 10$ en m^2 comprende entre [7.20 ; 16.20], de 20 pisos y de 3m de altura de entrepiso (hi), se tiene:

$$F2 = - 0.0158 \times X^2 + 0.6266 \times X + 1.7455$$

X	Y	Y _(F2)
$At \times N / 10$ (m^2)	A_{my} (m^2)	A_{my} (m^2) según F2
7.20	5.44	5.44
11.25	6.80	6.80
16.20	7.76	7.75

Para estructuras que no presenten la misma altura de pisos, se tendrá que interpolar las graficas según entre que curvas se encuentren, siguiendo el mismo procedimiento de interpolación de los casos anteriores.

4.3 COMPARACION ENTRE LA CURVA F2 Y EL COMPORTAMIENTO REAL DE LAS ESTRUCTURAS

Encontrado el comportamiento de la densidad de los muros de corte ($F2$), para el control de los desplazamientos de las estructuras en estudio, ahora se tendrá que hacer las comparaciones respectivas entre esta curva y un análisis real, llámese real el hecho de hacer el análisis a la estructura sin aplicar la función que rige a la curva $F2$, así se podrá ver la aproximación que se da, esto se hará realizando una serie de pruebas, con el objetivo de poder comprobar su utilidad y comportamiento. A continuación se presentan todas las pruebas hechas a esta curva ($F2$), para todos los tipos de plantas analizadas, mostrando el cuadro de resultados del análisis hecho a una estructura sin utilizar la curva $F2$, como también el resultado que arroja utilizando dicha curva, para después graficar los resultados obtenidos. Estas pruebas se han realizado a edificios de diferentes alturas, pero que presentan tipos de plantas simétricas estudiadas en este trabajo, y también se han hecho pruebas a algunas plantas no simétricas, para poder observar la aproximación que presenta dicha curva, entonces las pruebas han sido separadas según el tipo de planta de la siguiente manera:

Planta TIPO I

Prueba N° 1

Se realizo el análisis sísmico de estructuras de 5, 10, 14 y 19 pisos de altura, con áreas de plantas comprendidas entre 144 m² y 324 m², utilizando la curva F2 para el dimensionamiento de los muros. Del análisis se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
5	158.76	7.938	1.43	1.58	1.40	1.56	-1.75	-0.95
10	207.36	10.368	3.30	3.48	3.51	3.85	6.36	10.63
14	252.81	12.6405	4.55	4.90	5.41	5.88	18.90	20.00
19	292.41	14.6205	7.04	7.60	7.29	7.69	3.55	1.18

El error se calcula comparando el valor usando la curva y el valor del análisis real, de la siguiente manera:

$$\text{Error(\%)} = \frac{\text{Am(F2)} - \text{Am(real)}}{\text{Am(real)}} \times 100$$

Si el error es positivo la curva F2 se encuentra por encima de la curva del análisis real, de lo contrario se encuentra por debajo.

Esquema final de las plantas en prueba:

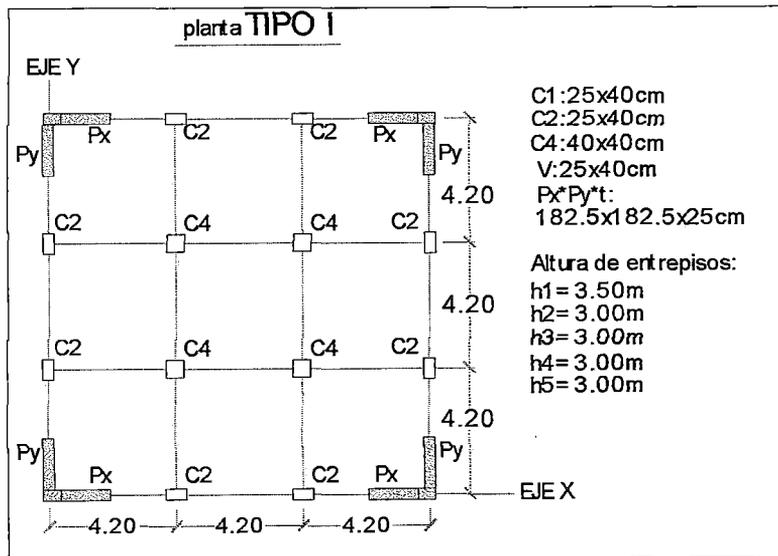


Fig. 4.14
 Esquema de la planta tipo I para un edificio de 5 pisos de altura

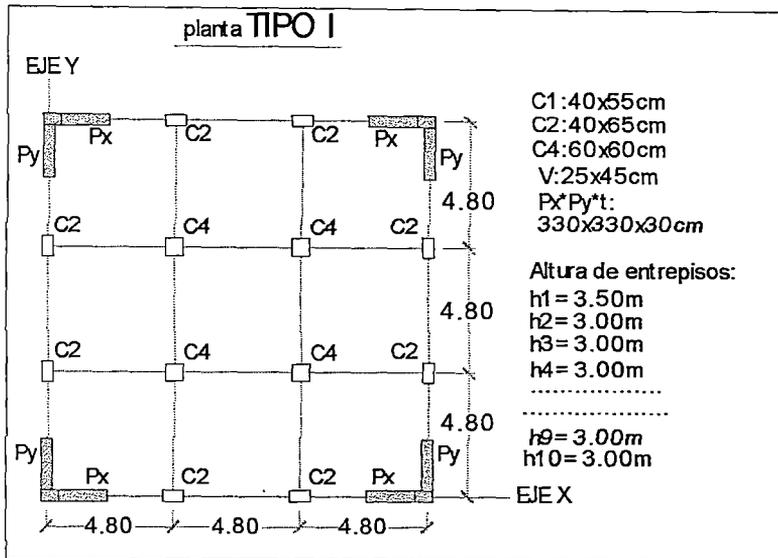


Fig. 4.15
 Esquema de la planta tipo I para un edificio de 10 pisos de altura

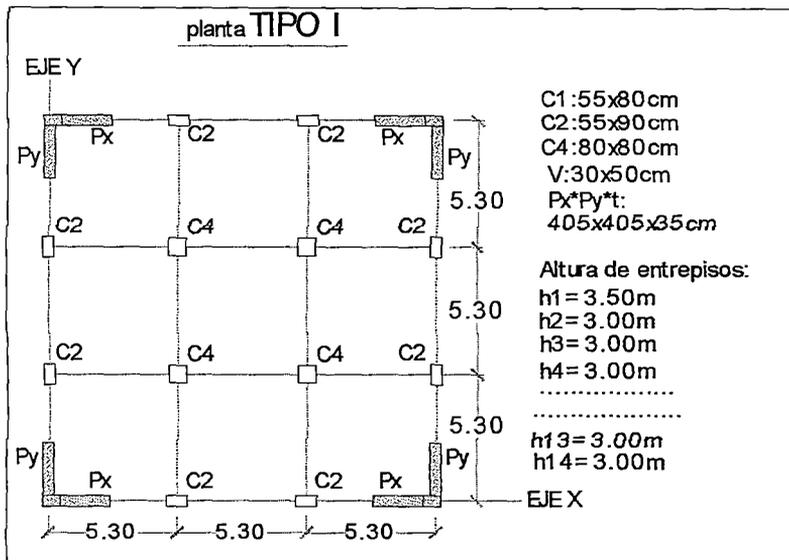


Fig. 4.16
 Esquema de la planta tipo I para un edificio de 14 pisos de altura

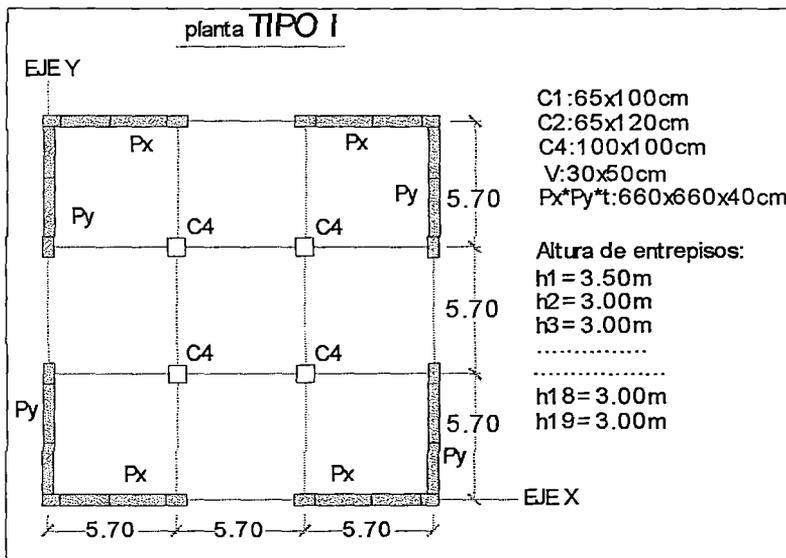


Fig. 4.17
 Esquema de la planta tipo I para un edificio de 19 pisos de altura

En esta primera prueba realizada a la curva *F2*, comparándola con un análisis real (*R*), se observa que la curva *F2* se asemeja a la curva *R* en ambas direcciones. El error que se podría considerar como aceptable seria del $\pm 5\%$, pero se observa que en los edificios de 10 y 14 pisos de altura, el error supera este margen siendo bastante conservador, viendo las graficas (Fig. 4.18, Fig. 4.19) que siguen se puede notar esta tendencia en donde la curva *F2* (color verde) se aproxima a la curva *R* (color azul).

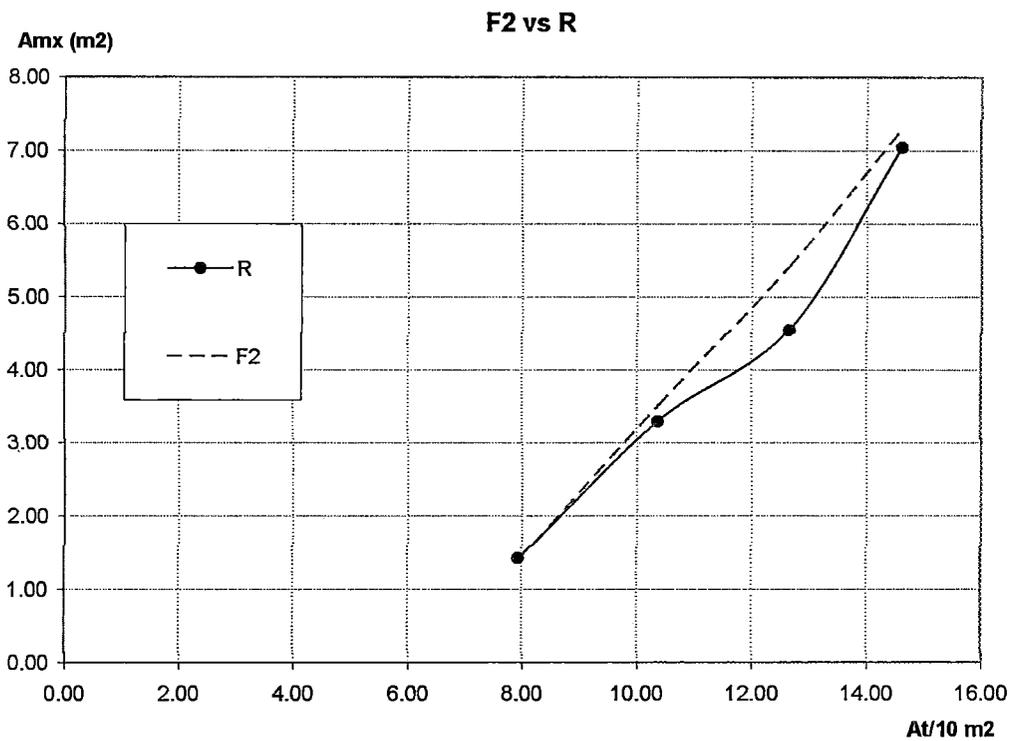


Fig. 4.18 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje x (1ra prueba)

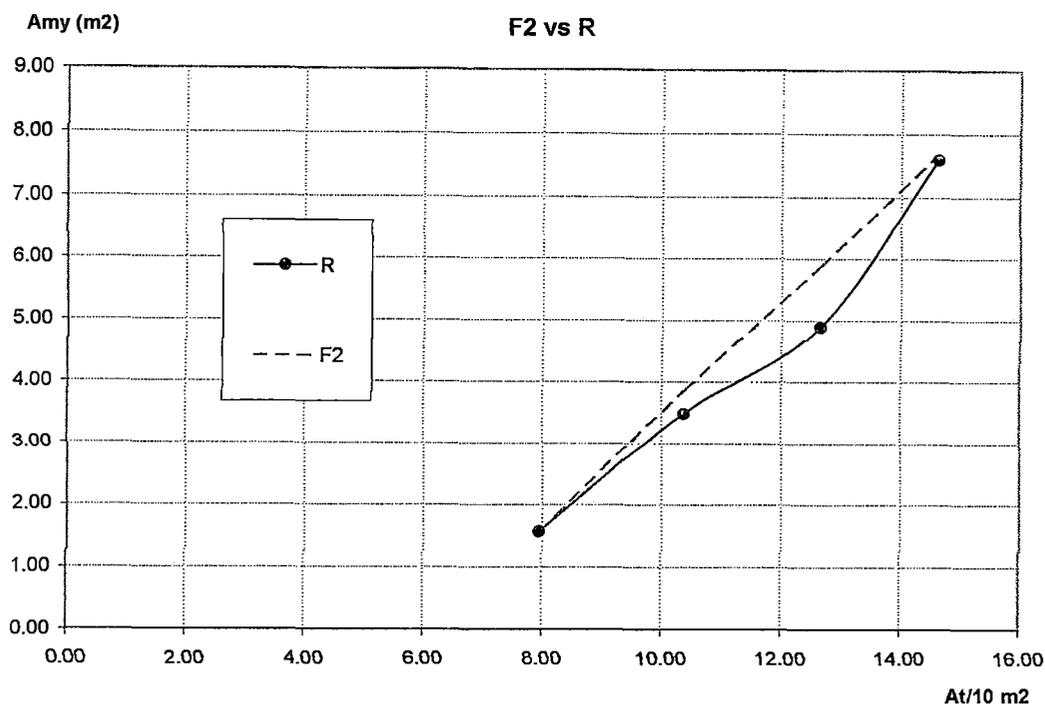


Fig. 4.19 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje y (1ra prueba)

Prueba Nº 2

Del análisis hecho a otras estructuras de 7, 13 y 17 pisos de altura con las mismas áreas anteriormente analizadas y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	$A_p \text{ (m}^2\text{)}$	$At / 10 \text{ (m}^2\text{)}$	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			$A_{mx} \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{my} \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{mx} \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{my} \text{ (m}^2\text{)}$	Eje x	Eje y
7	144.00	7.20	2.46	2.58	2.16	2.33	-12.20	-9.69
13	225.00	11.25	4.76	5.11	4.73	5.16	-0.63	0.98
17	324.00	16.20	7.20	7.76	7.29	7.75	1.25	-0.13

Esquema final de las plantas a prueba:

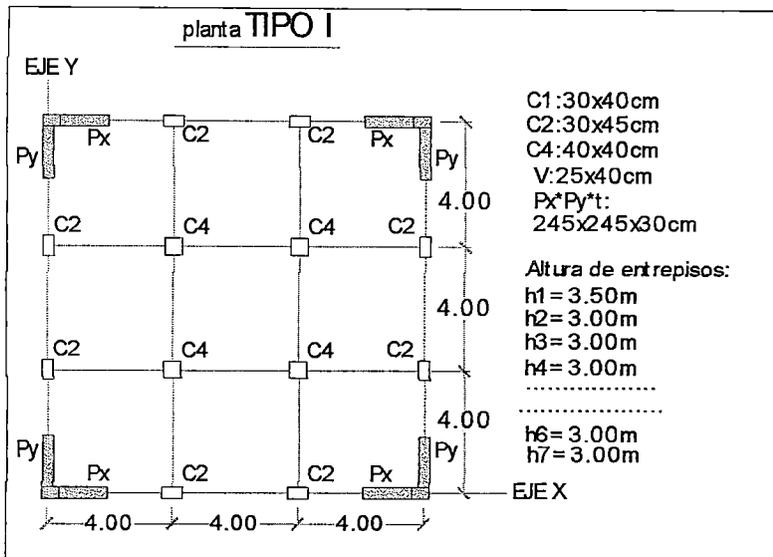


Fig. 4.20
Esquema de la planta tipo I para un edificio de 7 pisos de altura

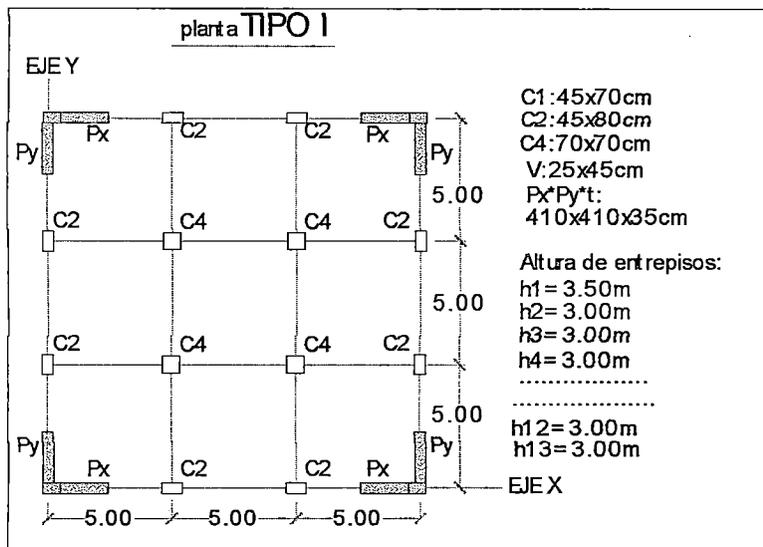


Fig. 4.21
Esquema de la planta tipo I para un edificio de 13 pisos de altura

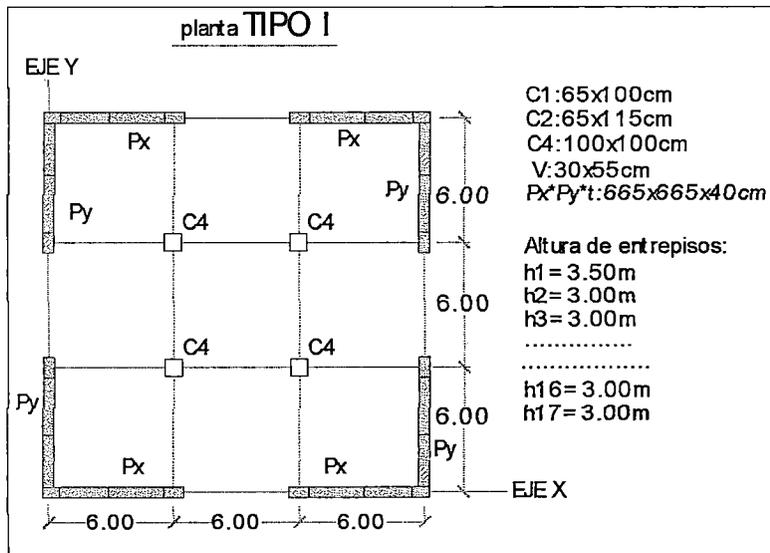


Fig. 4.22
Esquema de la planta tipo I para un edificio de 17 pisos de altura

En esta segunda prueba realizada a la curva **F2**, comparándola con un análisis real (**R**), se observa que la curva F2 y la curva (R) tienen casi la misma tendencia, en ambas direcciones, solo al empezar el error es mayor al 5% pero después recupera la tendencia, viendo las graficas que siguen se puede notar la tendencia de la curva F2 con respecto a la curva R.

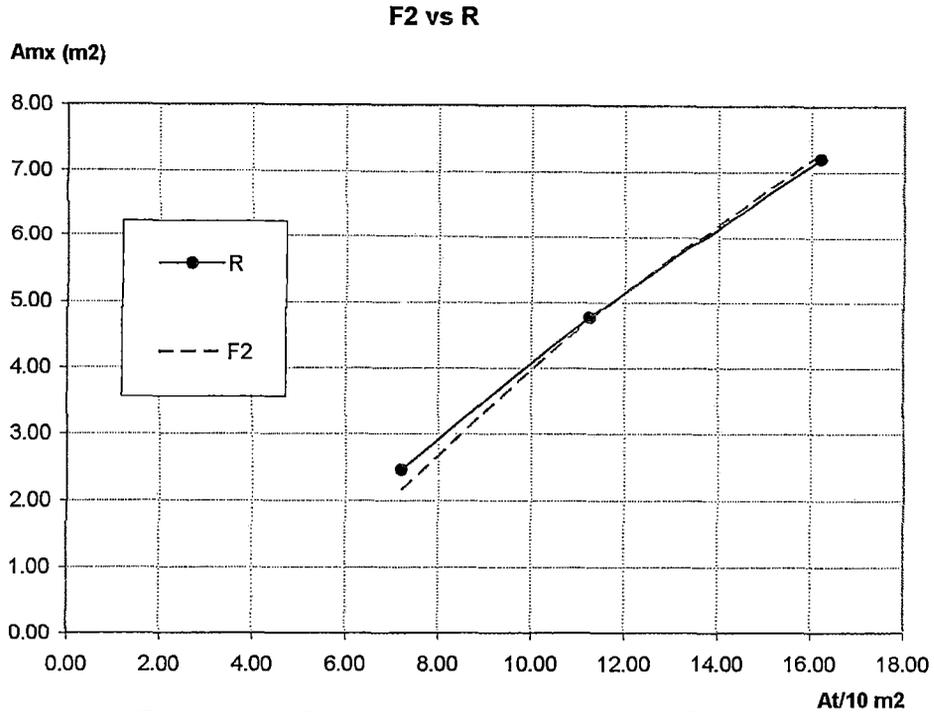


Fig. 4.24 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje x (2da prueba)

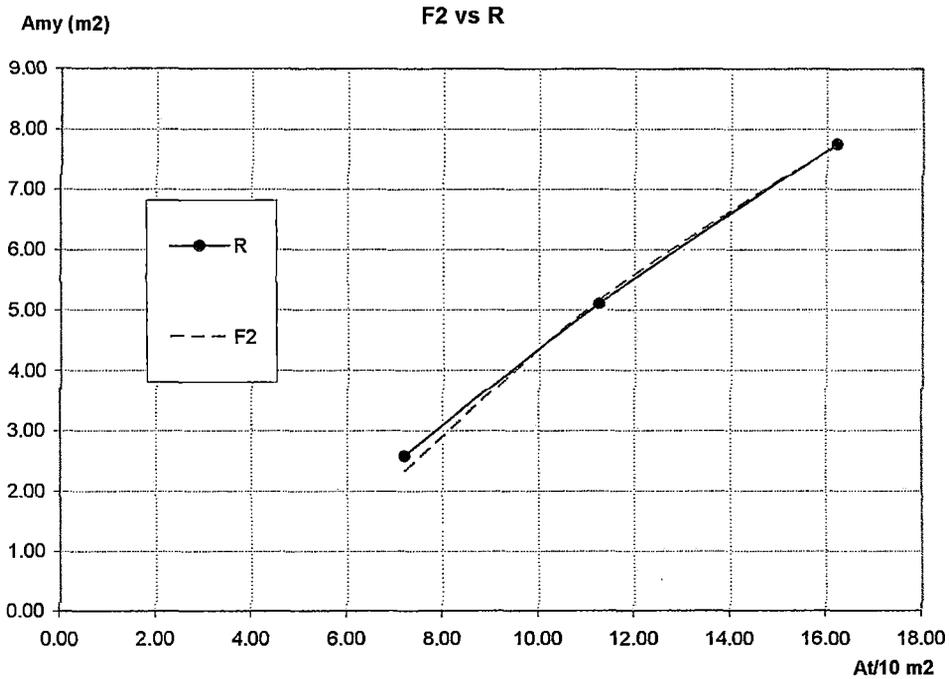


Fig. 4.25 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje y (2da prueba)

Prueba N° 3

Esta prueba es importante, ya que se analizará a plantas no simétricas y observar la aproximación de la curva F2 con respecto a este tipo de estructuras, esto hace que nos salgamos del estudio de estructuras con plantas simétricas y ver la utilidad de esta curva.

Del análisis hecho a estructuras de 11, 15 y 19 pisos de altura, áreas no simétricas y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
11	180.00	9.00	3.30	3.42	3.80	4.13	15.15	20.76
15	216.00	10.80	5.18	5.81	5.71	6.16	10.23	6.02
19	270.00	13.50	7.36	6.56	7.10	7.49	-3.53	14.18

Esquema final de las plantas a prueba:

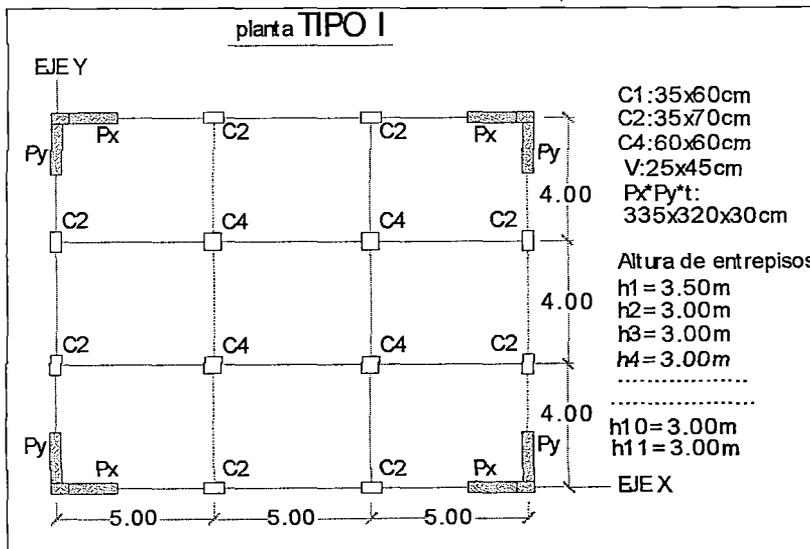


Fig. 4.26
Esquema de la planta tipo I para un edificio de 11 pisos de altura

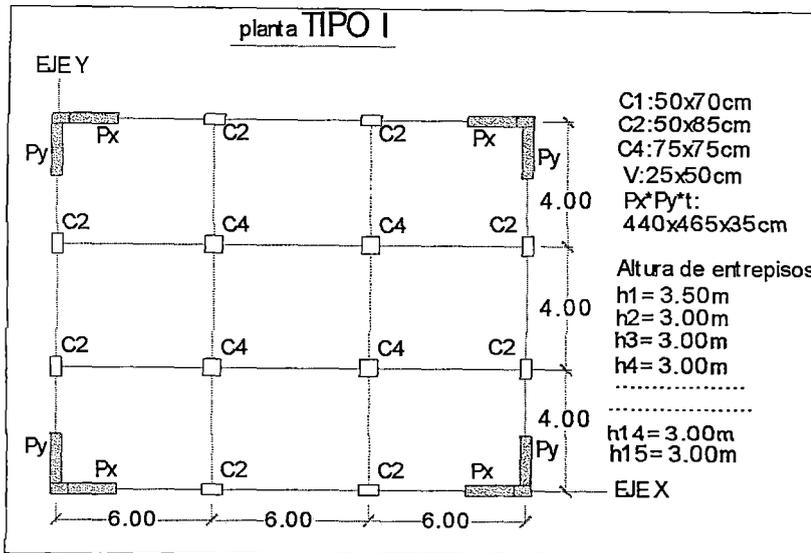


Fig. 4.27
Esquema de la planta tipo I para un edificio de 15 pisos de altura

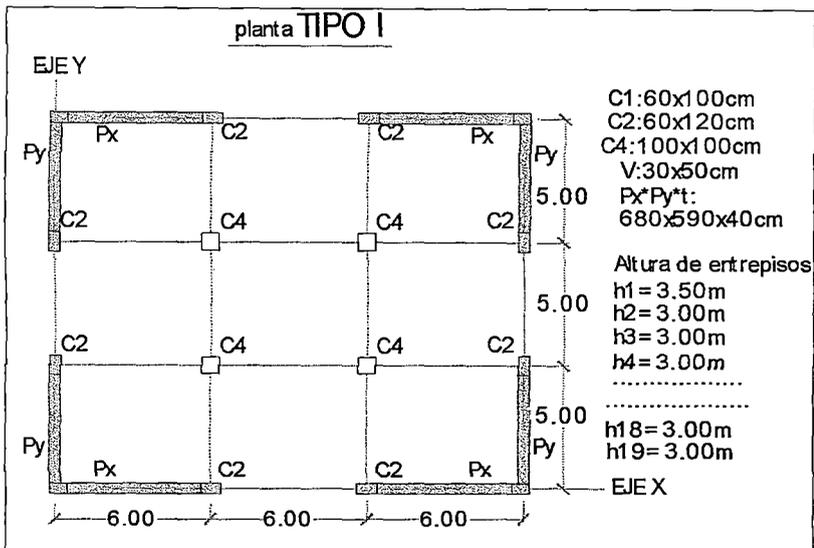


Fig. 4.28
Esquema de la planta tipo I para un edificio de 19 pisos de altura

En esta tercera prueba realizada a la curva $F2$, comparándola con un análisis real (R), se observa que para las plantas no simétricas, la curva $F2$ presenta una aproximación aceptable a la curva R más que nada en el eje x , se nota además que el error no es despreciable, pero que nos asegura en un inicio el buen control muy conservador de los desplazamientos. A continuación se muestra la grafica de la prueba N° 3, en ambos ejes.

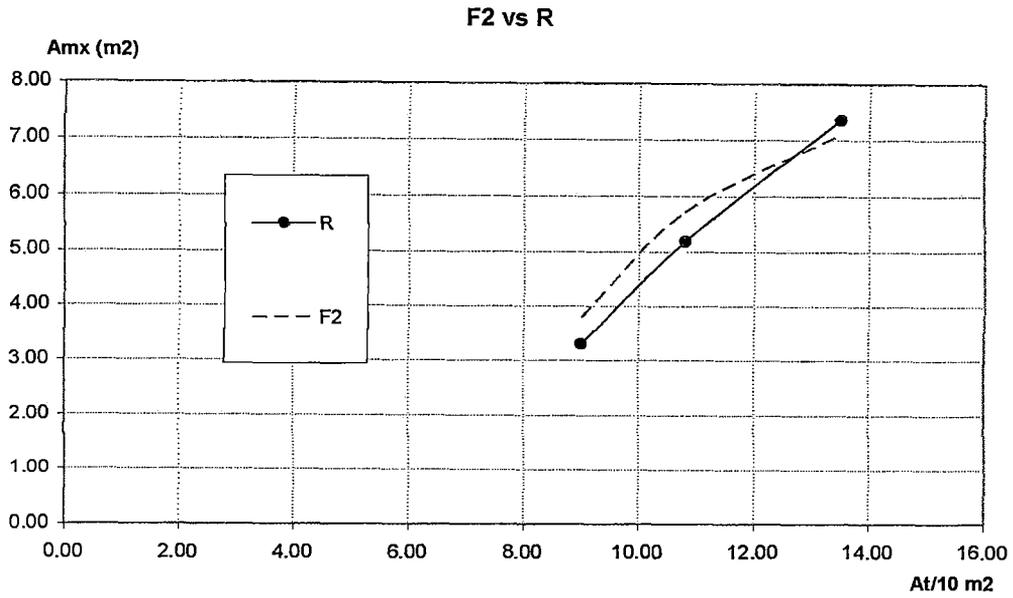


Fig. 4.29 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje x (3ra prueba)

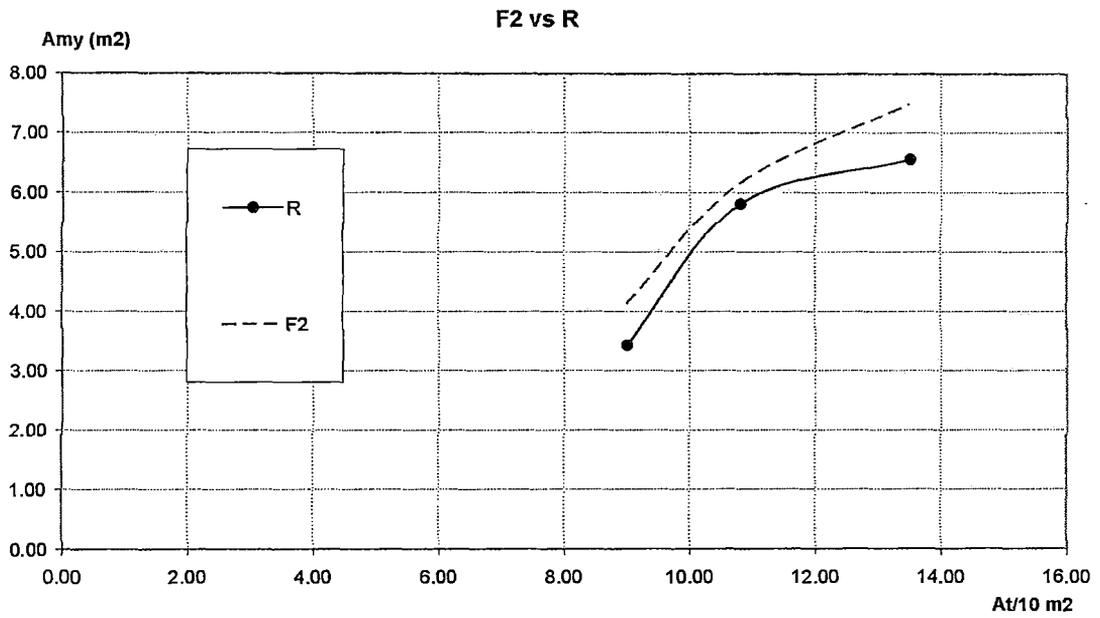


Fig. 4.30 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I en el eje y (3ra prueba)

Planta TIPO I CA

Prueba N° 1

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
5	158.76	7.938	2.03	1.26	1.91	1.93	-5.68	53.17
10	207.36	10.368	3.39	4.91	3.53	5.08	4.13	3.46
14	252.81	12.6405	4.80	7.46	5.55	7.51	15.63	0.67
19	292.41	14.6205	7.98	9.74	7.91	9.70	-0.88	-0.41

Esquema final de las plantas a prueba:

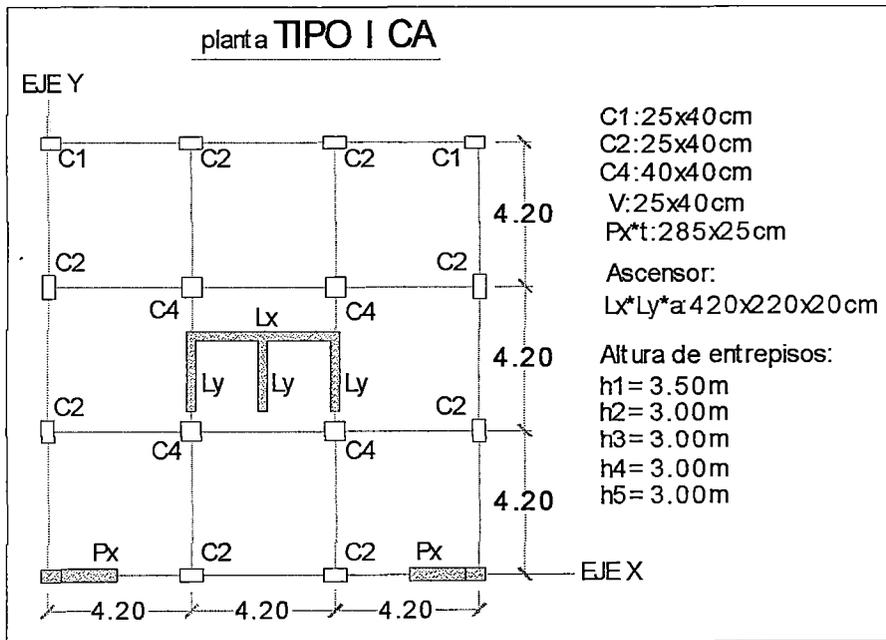


Fig. 4.31 Esquema de la planta tipo I CA para un edificio de 5 pisos de altura

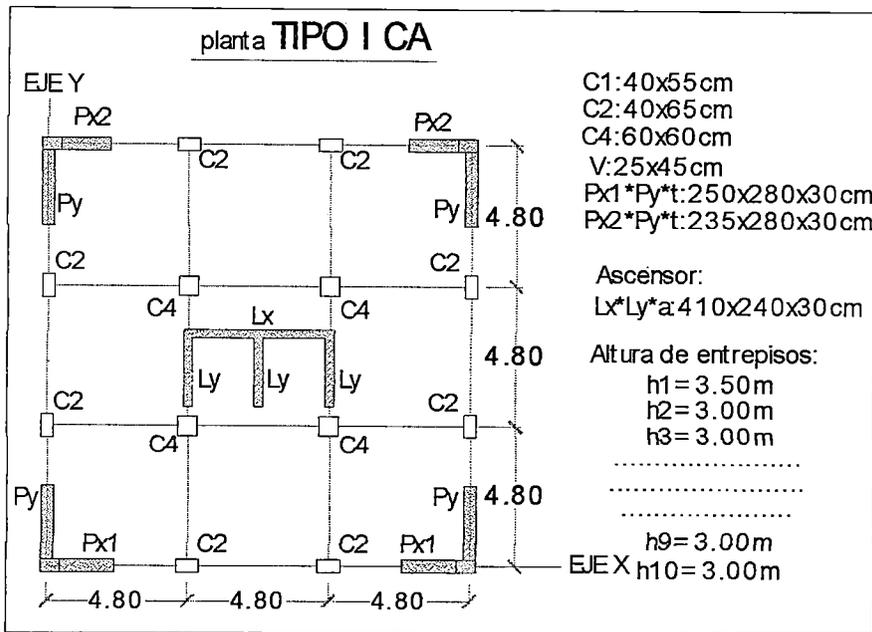


Fig. 4.32 Esquema de la planta tipo I CA para un edificio de 10 pisos de altura

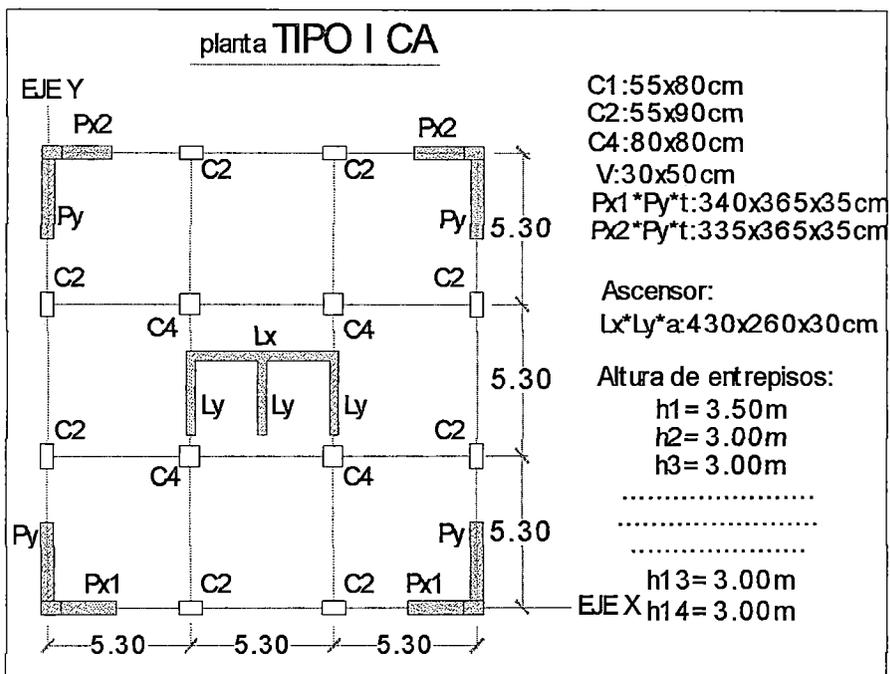


Fig. 4.33 Esquema de la planta tipo I CA para un edificio de 14 pisos de altura

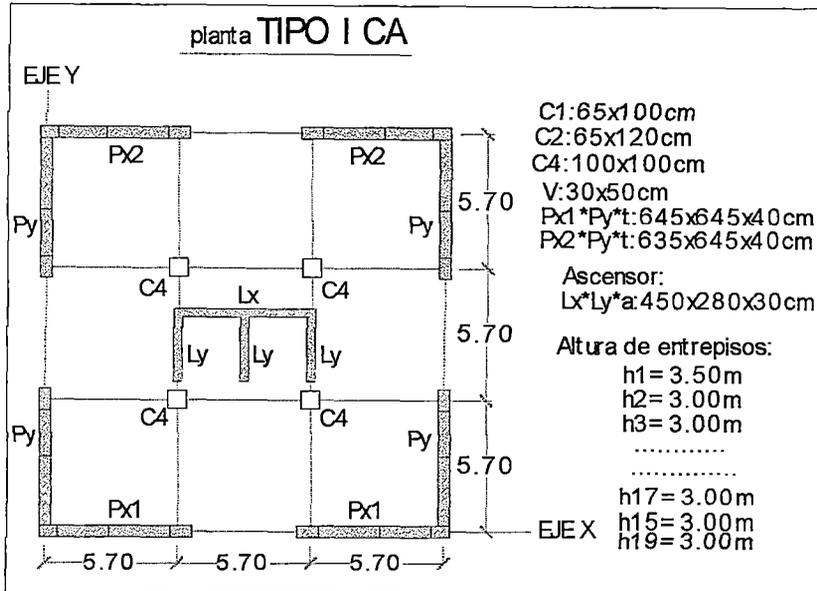


Fig. 4.34 Esquema de la planta tipo I CA para un edificio de 14 pisos de altura

Esta prueba realizada a la curva $F2$, comparándola con un análisis real (R), se observa que la curva $F2$ se aproxima a la curva R sobre todo en el eje y , al comienzo el error es considerable, pero después su tendencia ha sido buena, a continuación se muestra la grafica de comparación en ambos ejes.

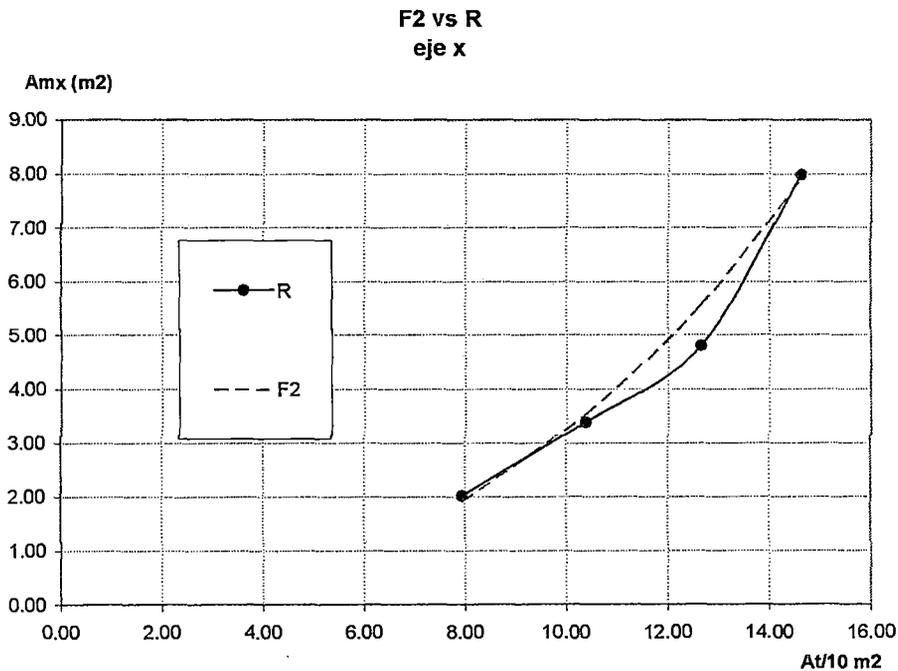


Fig. 4.35 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I CA en el eje x (1ra prueba)

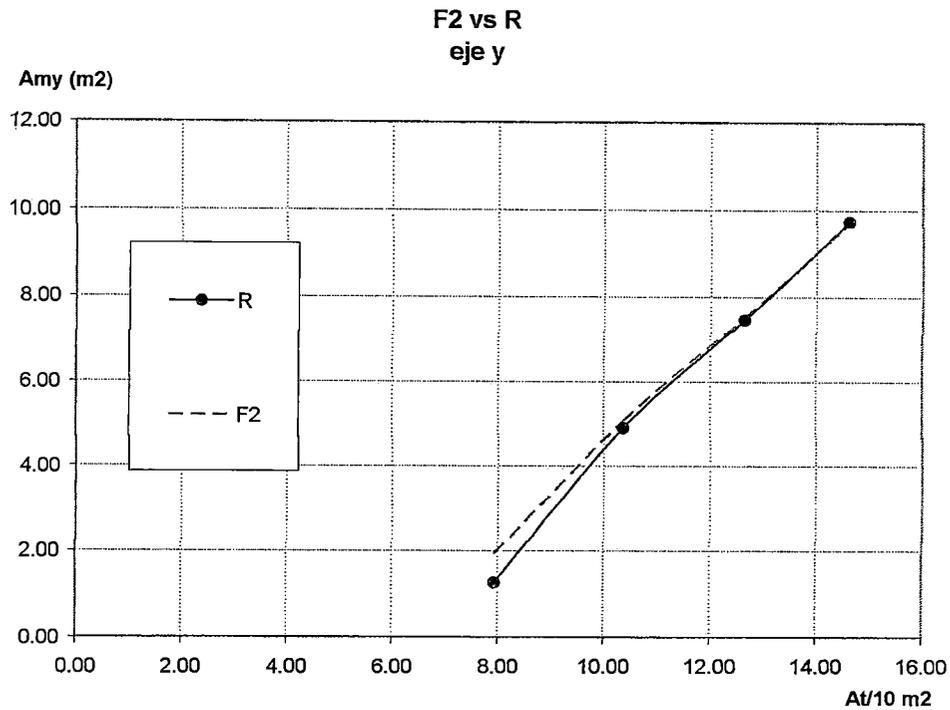


Fig. 4.36 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I CA en el eje y (1ra prueba)

Prueba N° 2

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
7	144.00	7.20	1.72	3.60	1.71	3.20	-0.58	-11.11
13	225.00	11.25	4.85	6.44	4.98	6.73	2.68	4.50
17	324.00	16.20	6.88	8.93	6.82	8.61	6.88	8.93

Esquema final de las plantas a prueba:

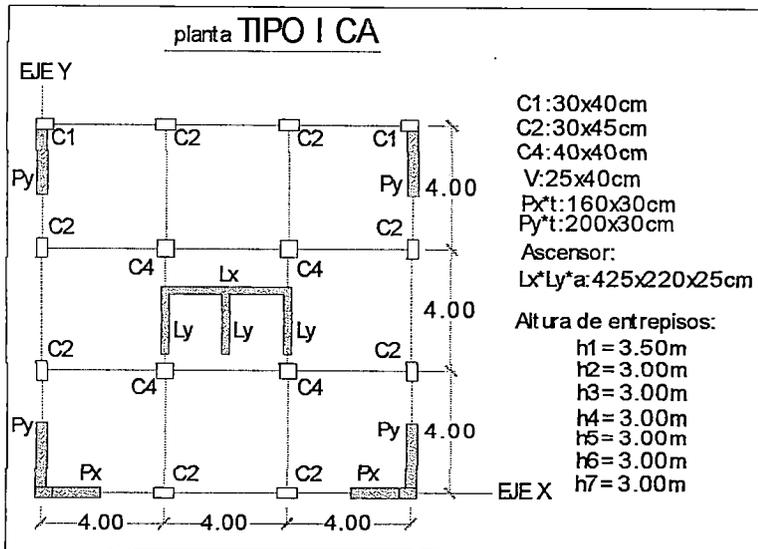


Fig. 4.37
Esquema de la planta tipo I CA para un edificio de 7 pisos de altura

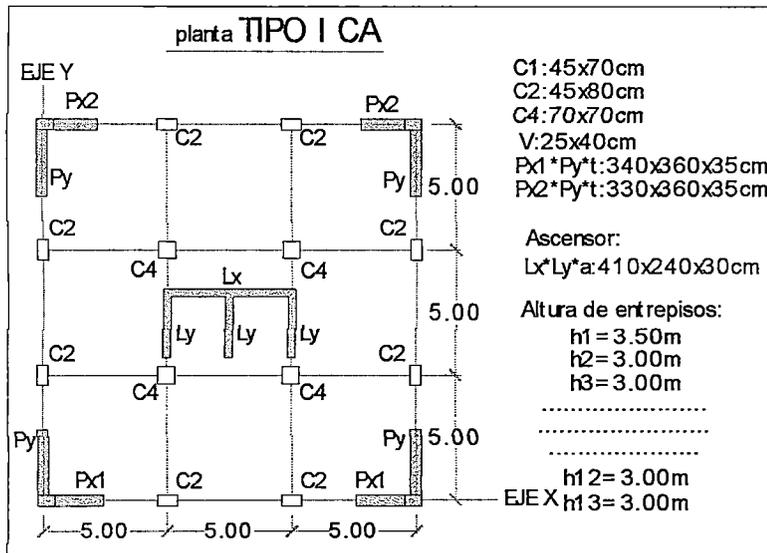


Fig. 4.38
Esquema de la planta tipo I CA para un edificio de 13 pisos de altura

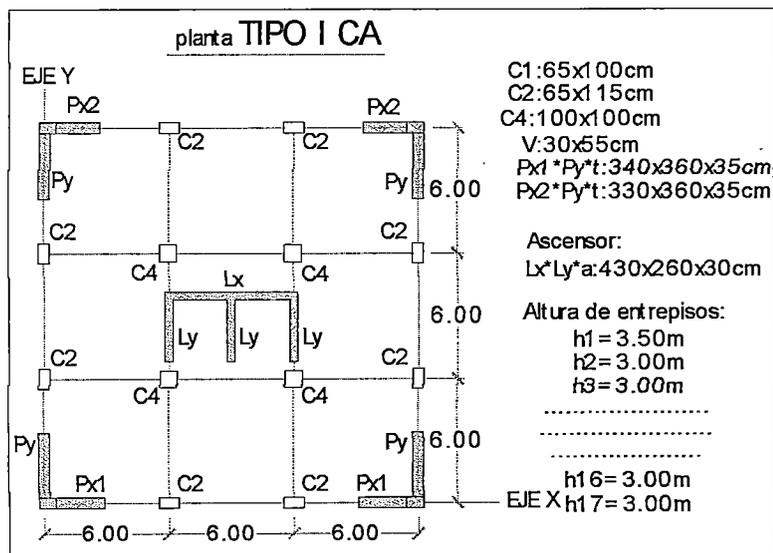


Fig. 4.39
Esquema de la planta tipo I CA para un edificio de 17 pisos de altura

En esta prueba realizada a las curva **F2**, comparándola con un análisis real (**R**) , se observa que la curva F2 en el "eje x" tienen casi la misma tendencia, en cambio en "eje y" la distorsión es leve, pero igual tiene buena aproximación, viendo las graficas que siguen se puede notar esta tendencia.

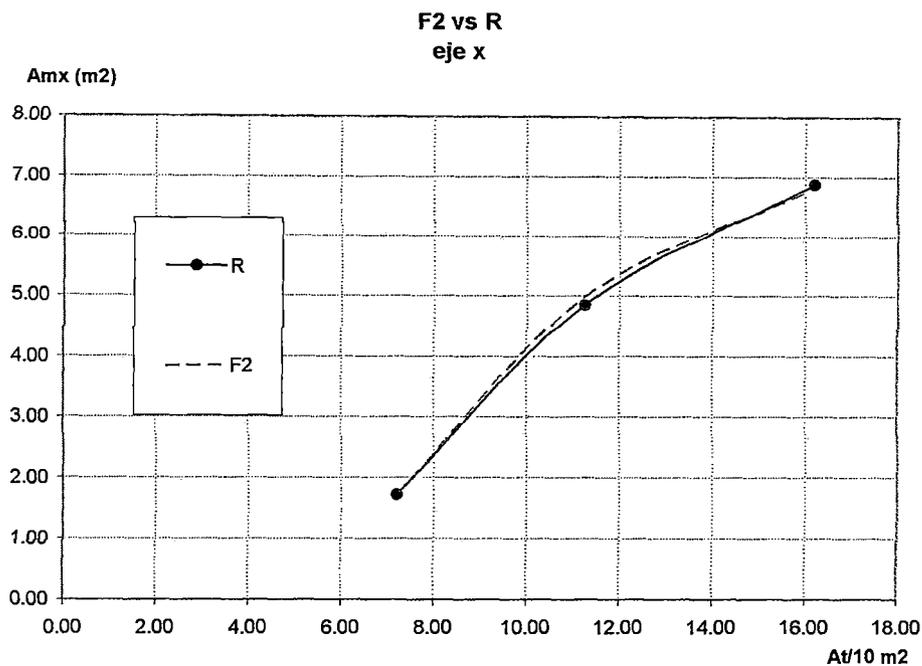


Fig. 4.40 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I CA en el eje x (2da prueba)

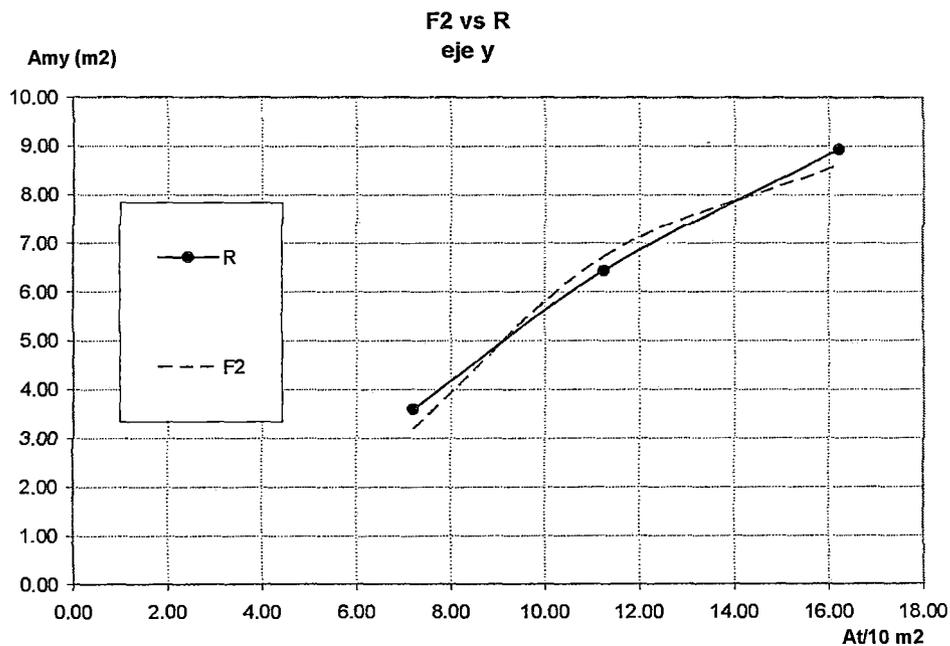


Fig. 4.41 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I CA en el eje y (2da prueba)

Prueba N° 3

Del análisis hecho a estructuras no simétricas y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
11	180.00	9.00	3.06	4.91	3.73	5.33	21.90	8.55
15	216.00	10.80	5.05	6.76	5.98	7.96	18.42	17.75
19	270.00	13.50	8.06	8.79	7.83	9.64	-2.85	9.73

Esquema final de las plantas a prueba:

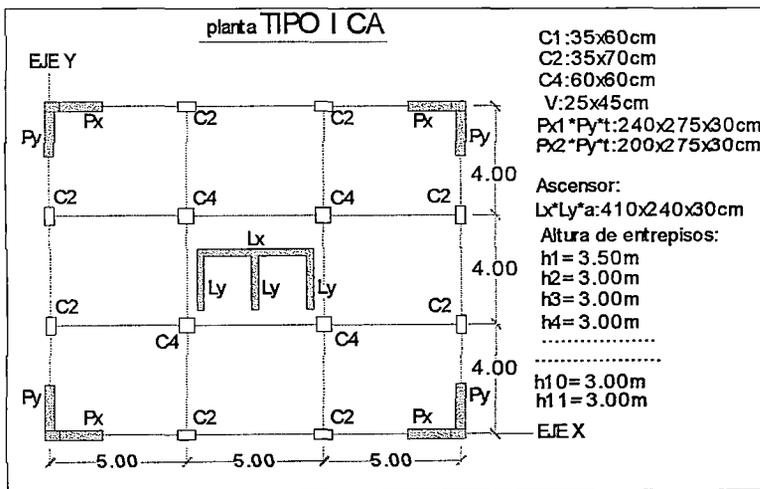


Fig. 4.42
 :esquema de la planta tipo I CA para un edificio de 11 pisos de altura

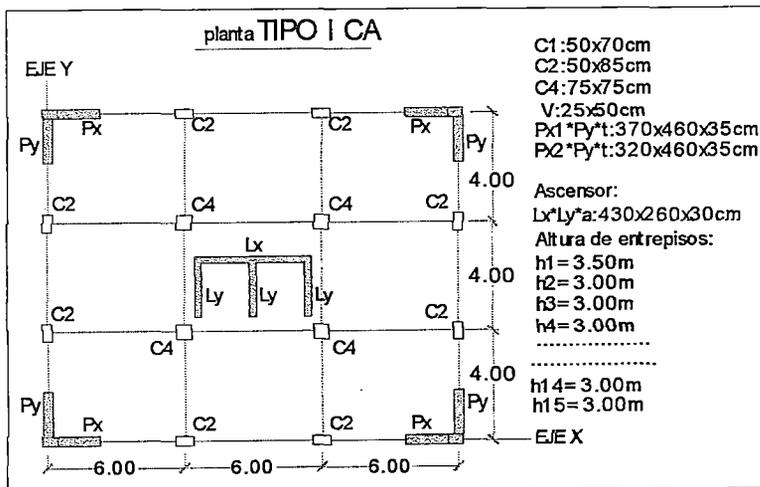


Fig. 4.43
 :esquema de la planta tipo I CA para un edificio de 15 pisos de altura

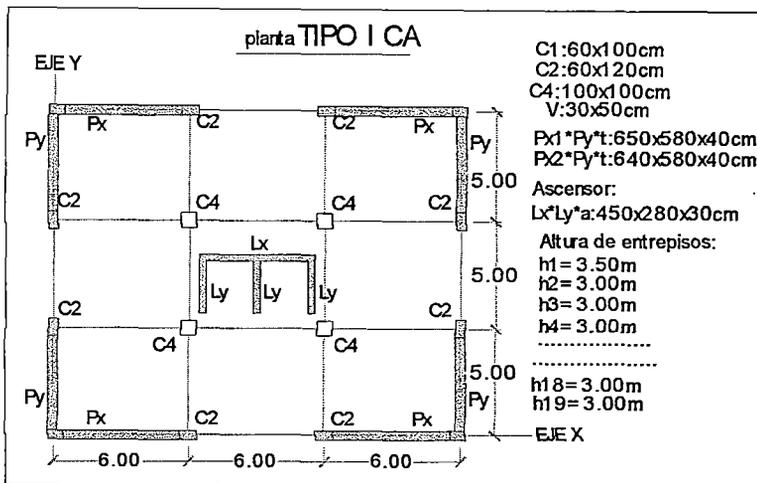


Fig. 4.44
 Esquema de la planta
 tipo I CA para un
 edificio de 19 pisos
 : altura

En esta tercera prueba realizada a la curva *F2*, comparándola con un análisis real (*R*), en donde las estructuras en este caso poseen plantas no simétricas, se observa que la curva *F2* tienen una tendencia bastante conservadora, en ambas direcciones, viendo la grafica que sigue se puede notar esta tendencia, se nota que el error es considerable, pero que nos asegura en un primer caso el buen control muy conservador de los desplazamientos.

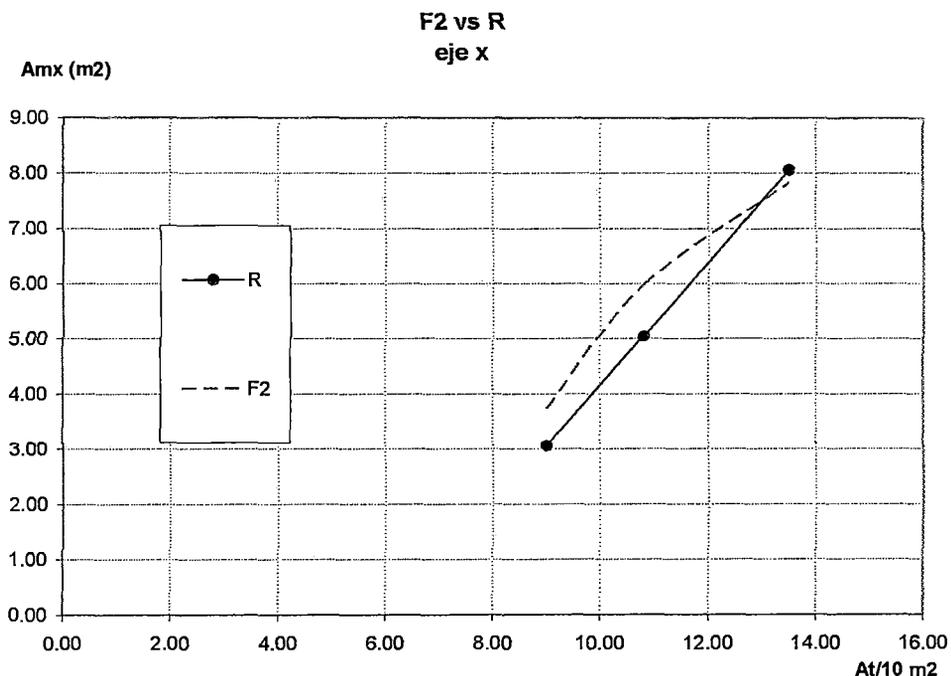


Fig. 4.45 Grafica de comparación entre *F2* vs *R* para plantas del tipo I CA en el eje x (3ra prueba)

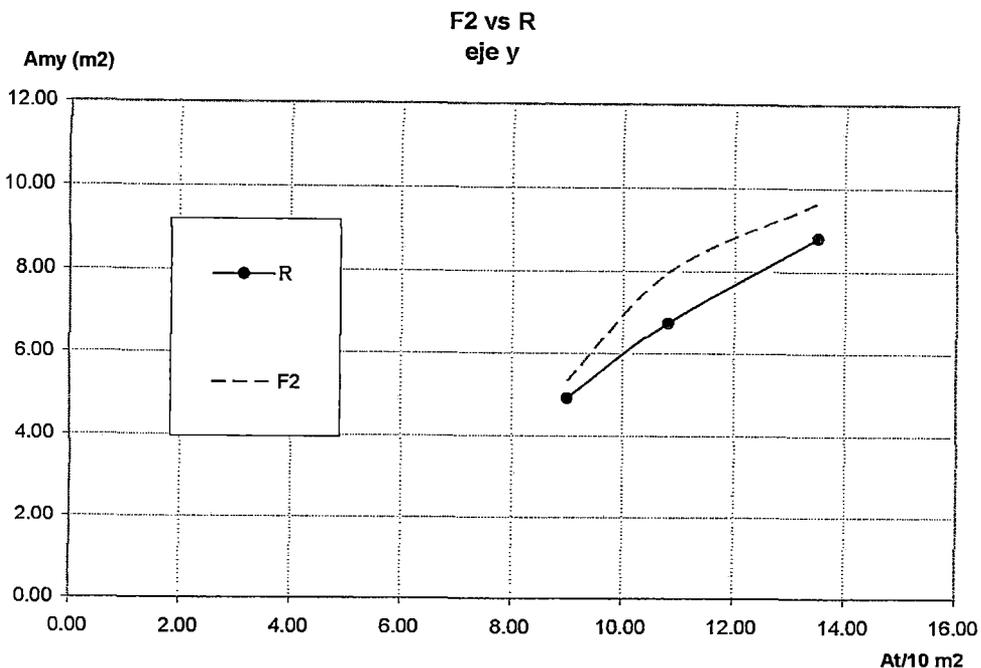


Fig. 4.46 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo I CA en el eje y (3ra prueba)

Planta TIPO II

Prueba N° 1

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
5	158.76	7.938	2.25	2.30	2.10	2.13	-6.67	-7.39
10	207.36	10.368	4.02	4.02	4.27	4.27	6.22	6.22
14	252.81	12.6405	5.25	5.25	5.58	5.62	6.29	7.05
19	292.41	14.6205	6.72	6.80	6.88	6.94	2.38	2.06

Esquema final de las plantas a prueba:

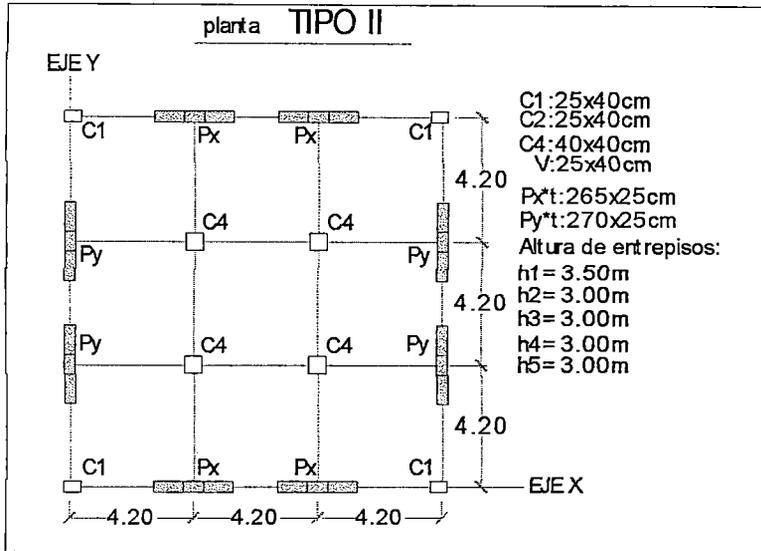


Fig. 4.47
 Esquema de la planta tipo II para un edificio de 5 pisos de altura

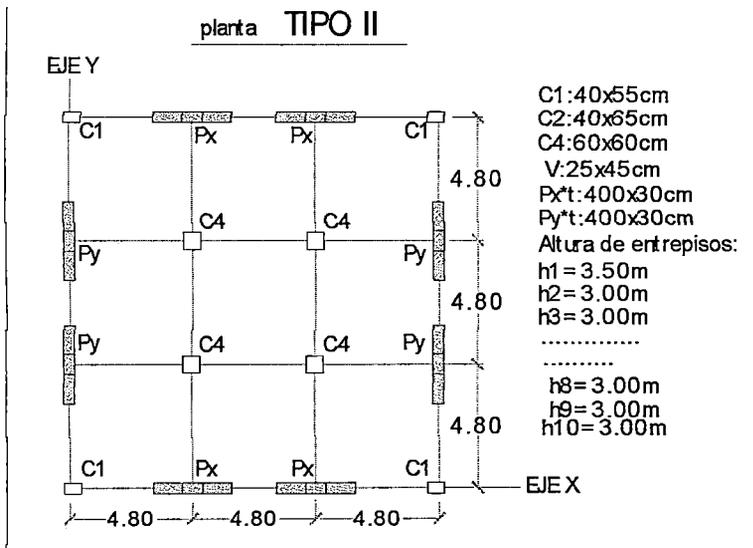


Fig. 4.48
 Esquema de la planta tipo II para un edificio de 10 pisos de altura

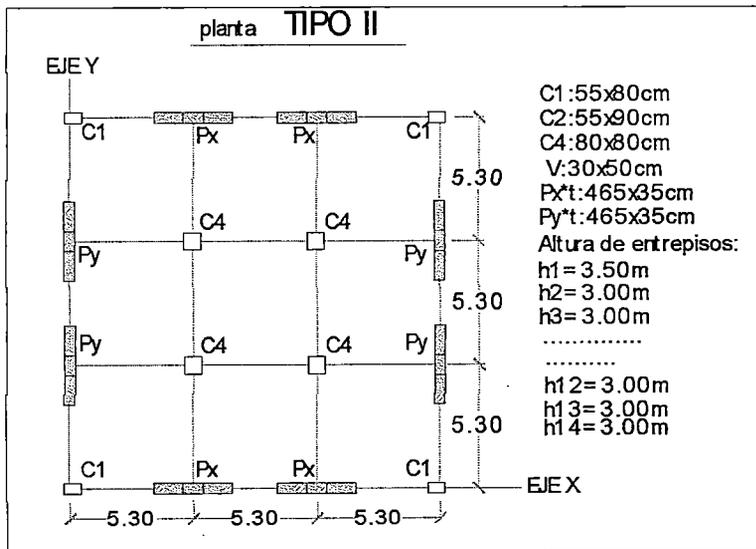


Fig. 4.49
 Esquema de la planta tipo II para un edificio de 14 pisos de altura

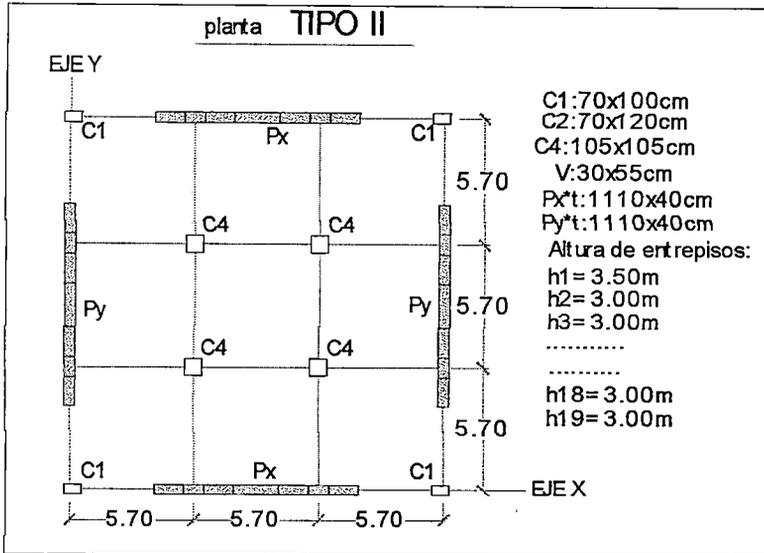


Fig. 4.50
 Esquema de la planta
 tipo II para un edificio
 de 19 pisos de altura

En esta prueba realizada a la curva $F2$, comparándola con un análisis real (R), se observa que la curva $F2$ tiene buena aproximación, o sea que presenta menor error de aproximación en el cálculo del área de los muros de corte en ambas direcciones, viendo la grafica que sigue se puede notar que la curva $F2$ (color verde) se asemeja a la curva R (color azul).

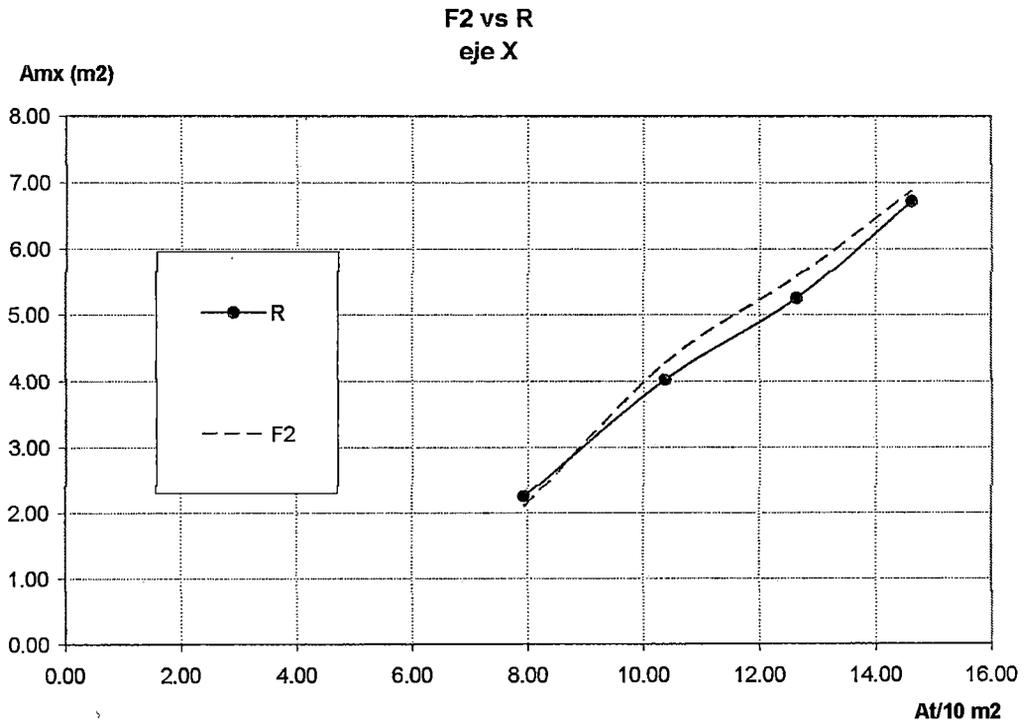


Fig. 4.51 Grafica de comparación entre $F2$ vs R para plantas del tipo II en el eje x (1ra prueba)

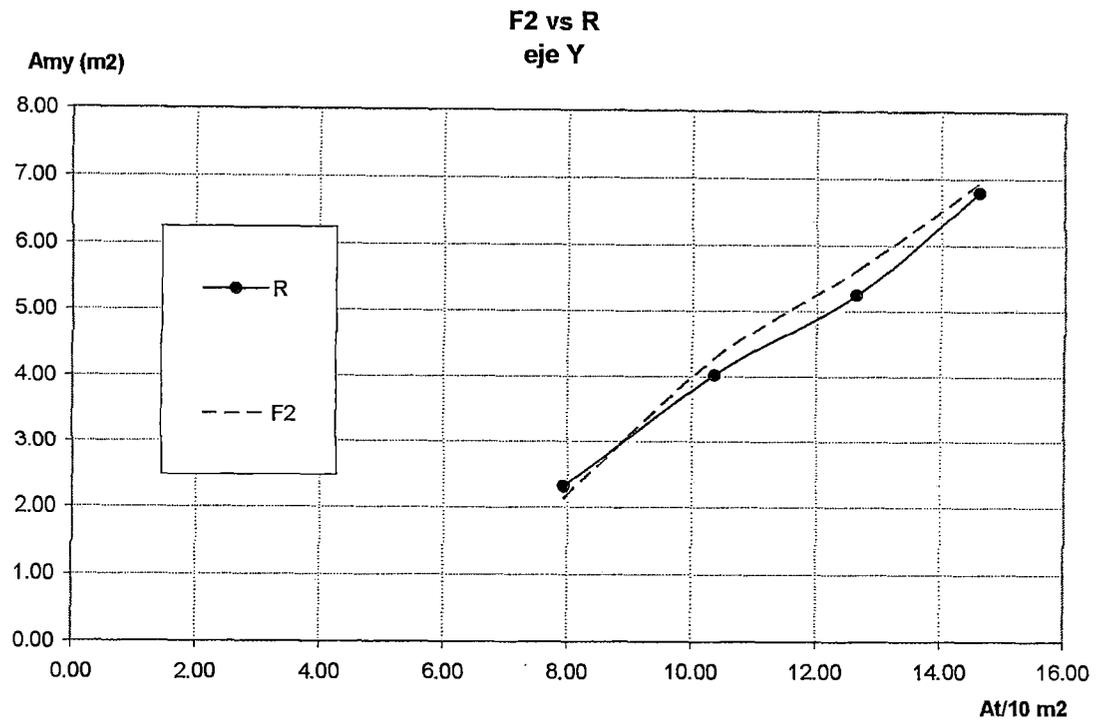


Fig. 4.52 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II en el eje y (1ra prueba)

Prueba N° 2

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
7	144.00	7.20	3.24	3.24	2.86	2.87	-11.73	-11.42
13	225.00	11.25	5.18	5.18	5.10	5.12	-1.54	-1.16
17	324.00	16.20	6.52	6.60	6.53	6.60	0.15	0.00

Esquema final de las plantas a prueba:

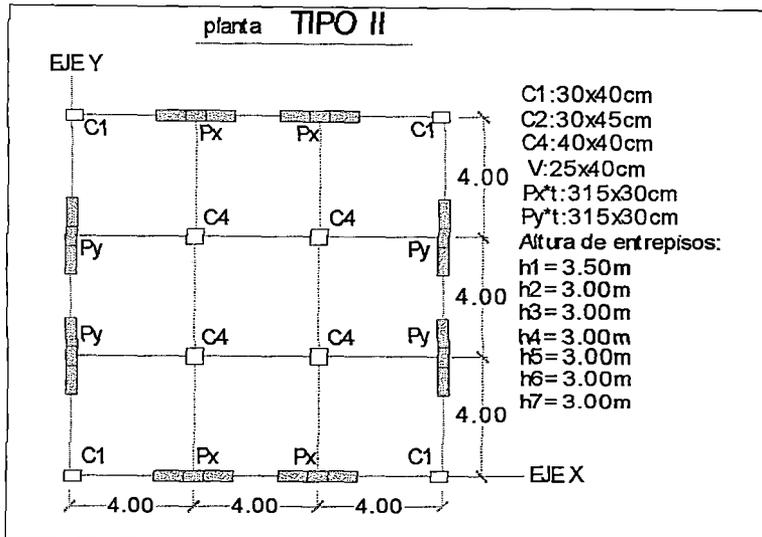


Fig. 4.53
Esquema de la planta tipo II para un edificio de 7 pisos de altura

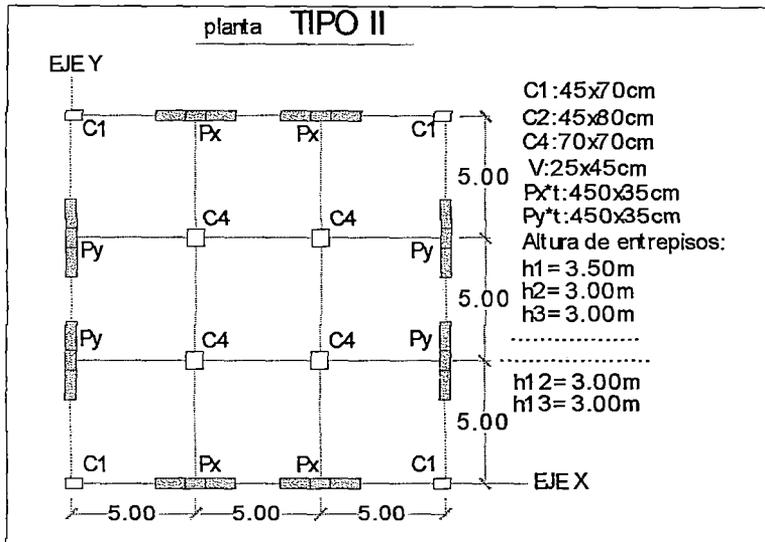


Fig. 4.54
Esquema de la planta tipo II para un edificio de 13 pisos de altura

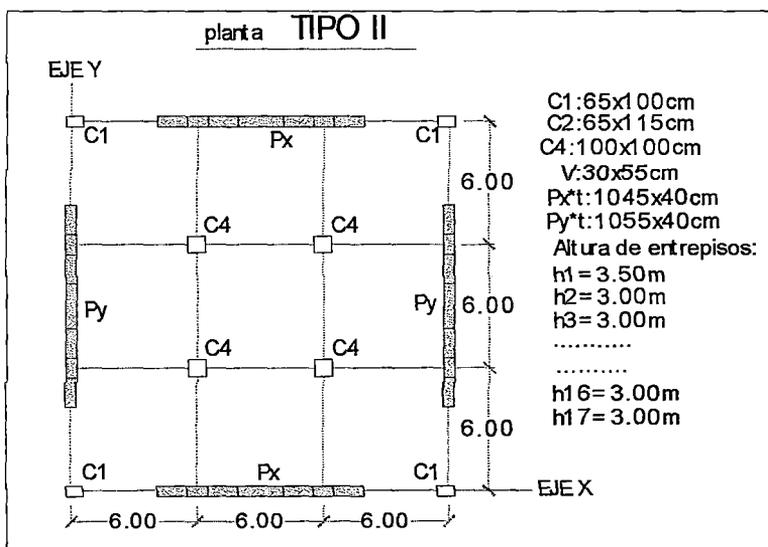


Fig. 4.55
Esquema de la planta tipo II para un edificio de 17 pisos de altura

En esta prueba realizada a la curva *F2*, comparándolas con un análisis real (*R*), se observa que la curva *F2* se asemeja al comportamiento de la curva real en ambas direcciones, viendo la grafica que sigue se puede notar esta tendencia.

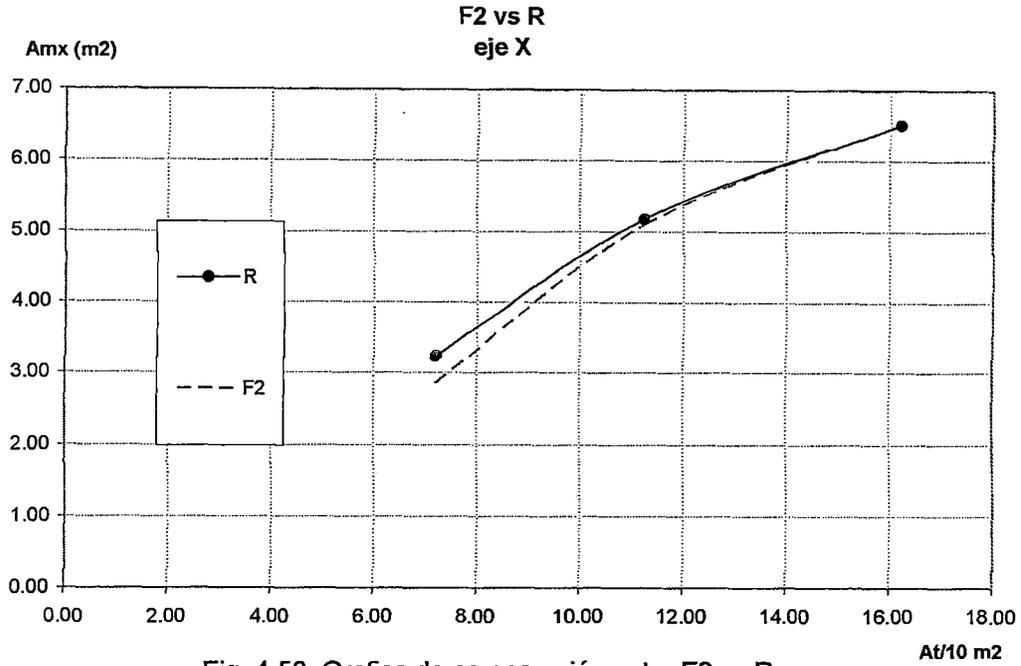


Fig. 4.56 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II en el eje x (2da prueba)

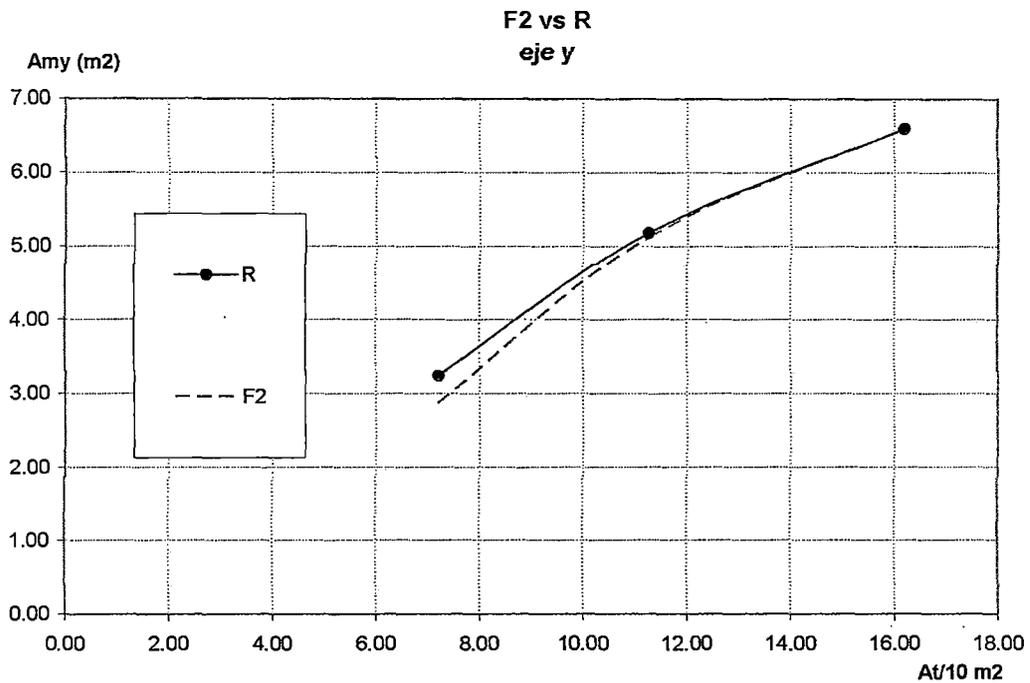


Fig. 4.57 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II en el eje y (2da prueba)

Prueba N° 3

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
11	180.00	9.00	4.08	3.42	4.20	4.22	2.94	23.39
15	216.00	10.80	5.08	4.45	5.57	5.63	9.65	26.52
19	270.00	13.50	6.72	6.08	6.76	6.83	0.60	12.34

Esquema final de las plantas a prueba:

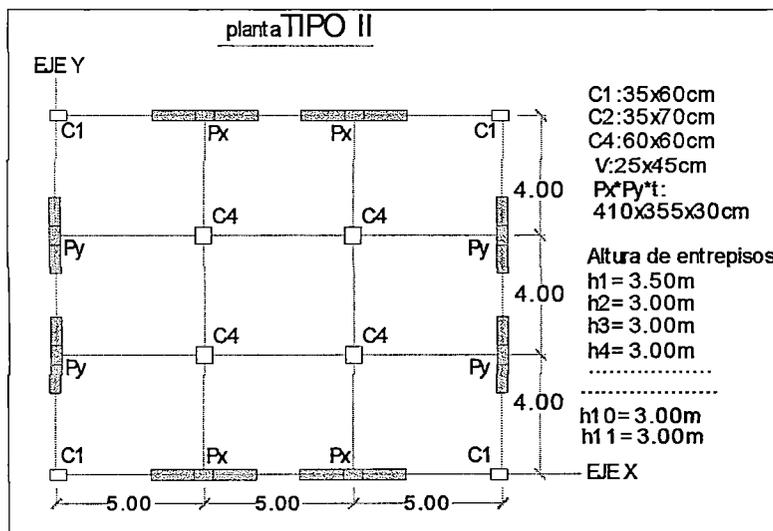


Fig. 4.58
 Esquema de la planta tipo II para un edificio de 11 pisos de altura

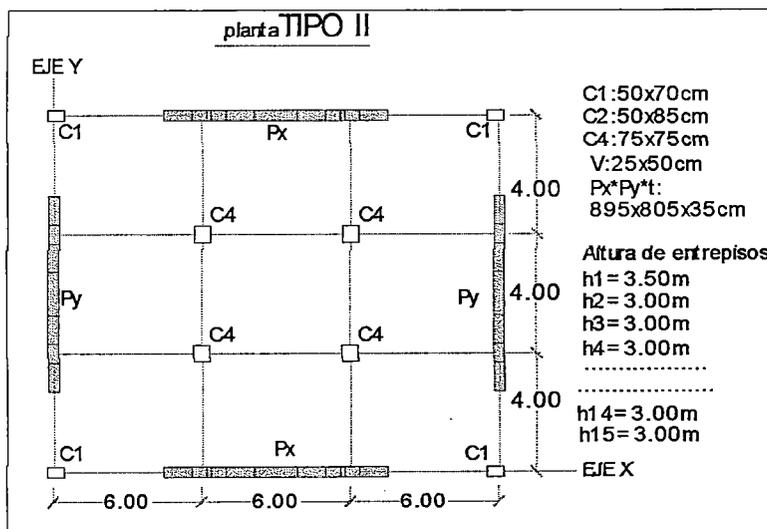


Fig. 4.59
 Esquema de la planta tipo II para un edificio de 15 pisos de altura

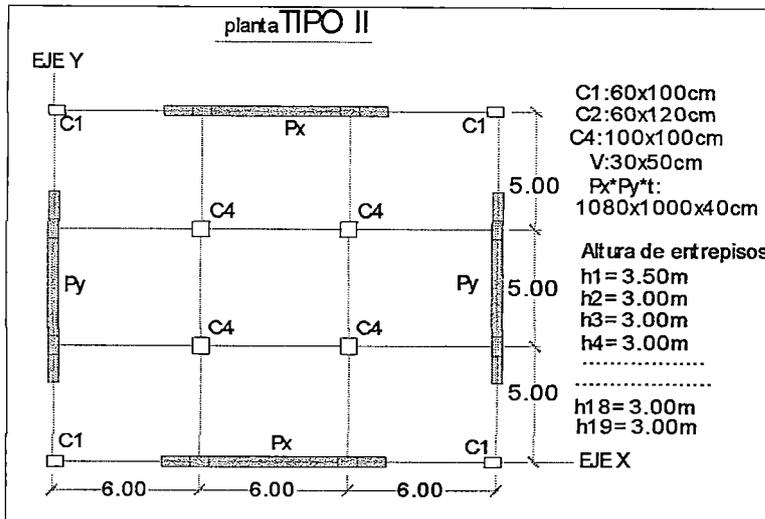


Fig. 4.60
 Esquema de la planta
 tipo II para un edificio
 de 19 pisos de altura

En esta prueba realizada a la curva **F2**, comparándola con un análisis real (**R**), en donde las estructuras en este caso poseen plantas no simétricas, se observa que la curva F2 sigue teniendo una buena aproximación en la dirección del eje x, en cambio en el eje y el error es considerable por los resultados que son muy conservadores, viendo las graficas que sigue se puede notar esta tendencia.

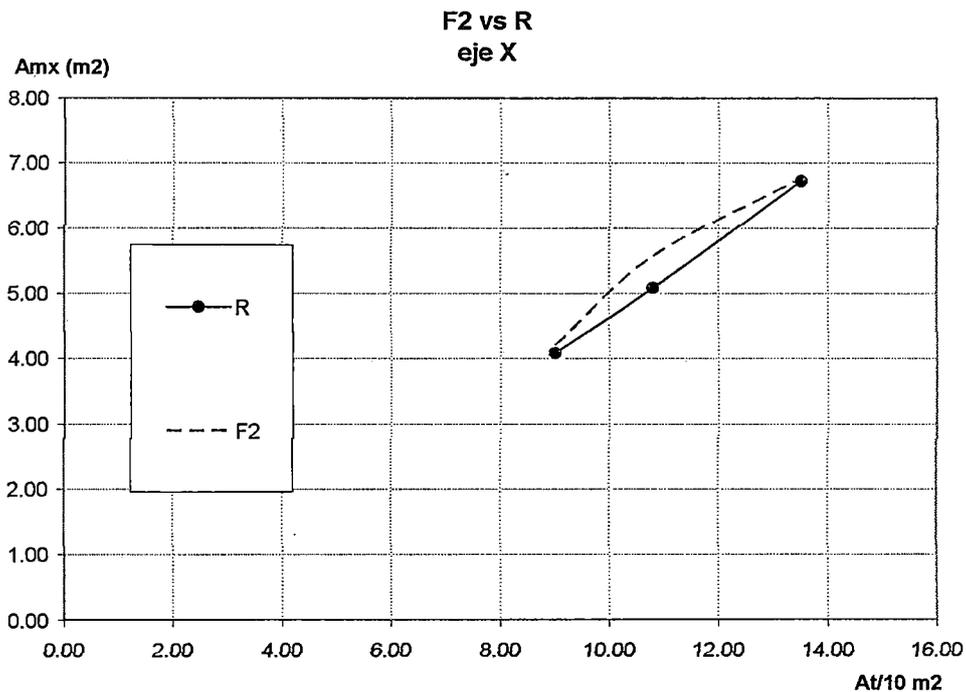


Fig. 4.61 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II en el eje x (3ra prueba)

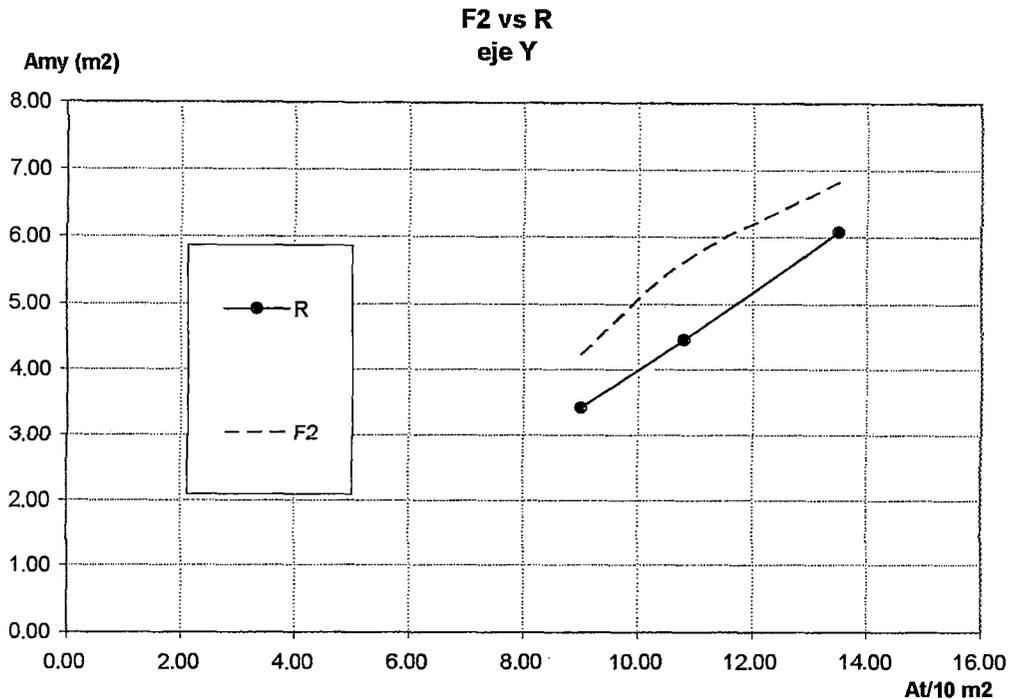


Fig. 4.62 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II en el eje y (3ra prueba)

Planta TIPO II CA

Este tipo de planta con ascensor ubicado en el núcleo no ha sido estudiada, recordando los modelos analizados el tipo de planta *TIPO II* tiene los muros ubicados en los costados de la parte central del perímetro de la planta y que no presenta placa de ascensores tipo "E" en el centro de planta, se hizo un análisis minucioso de comparación entre las curvas de comportamiento de las plantas *TIPO I* vs *TIPO I CA*, encontrándose un comportamiento aceptable para las plantas del *TIPO II CA* y también de paso para las plantas del *TIPO III CA* que se vera mas adelante. Este comportamiento encontrado para el cálculo de las áreas de lo muros de corte para las plantas del tipo II CA y tipo III CA, resulta de la suma entre el área efectiva de los muros de las plantas de estos dos tipos sin presencia de caja de ascensor con el área de los muros que pertenece a la caja de ascensor en esa dirección, de la siguiente manera:

$$A_{mx} = A_{mx}(\text{TIPO II SA}) + A_{max};$$

$A_{my} = A_{may}$; este caso solo para edificios de 4 pisos de altura, para el resto:

$A_{my} = A_{my}(\text{TIPO II SA}) + A_{may}$; esto para edificios de 5 pisos a mas

Donde:

A_{mx} : área de muros de corte en la dirección del eje x.

A_{my} : área de muros de corte en la dirección del eje y.

$A_{mx}(\text{TIPO II SA})$: área de muros de corte de la planta tipo II sin ascensor en la dirección del eje x.

$A_{my}(\text{TIPO II SA})$: área de muros de corte de la planta tipo II sin ascensor en la dirección del eje y.

A_{max} : área de muros que pertenece al ascensor en la dirección del eje x.

A_{may} : área de muros que pertenece al ascensor en la dirección del eje y.

A este comportamiento también le denominaremos curva "F2", como resultado de haber encontrado una relación entre estos tipos de planta (Tipo II y Tipo III) incluyendo una caja de ascensores, ahora ya podemos realizar las pruebas a esta curva, comparándola con el análisis sísmico real hecho a la estructura y verificar la aproximación que presenta este comportamiento, las pruebas serán a las mismas estructuras que se han estado realizando, pero con presencia de una caja de ascensores en el centro de su planta, entonces tenemos:

Prueba N° 1

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			A _{mx} (m ²)	A _{my} (m ²)	A _{mx} (m ²)	A _{my} (m ²)	Eje x	Eje y
5	158.76	7.938	2.00	1.26	2.90	1.26	45.00	0.00
10	207.36	10.368	4.68	5.81	5.41	6.30	15.60	8.43
14	252.81	12.6405	6.03	7.25	6.78	7.83	12.44	8.00
19	292.41	14.6205	7.66	8.95	8.14	9.33	6.27	4.25

Esquema final de las plantas a prueba:

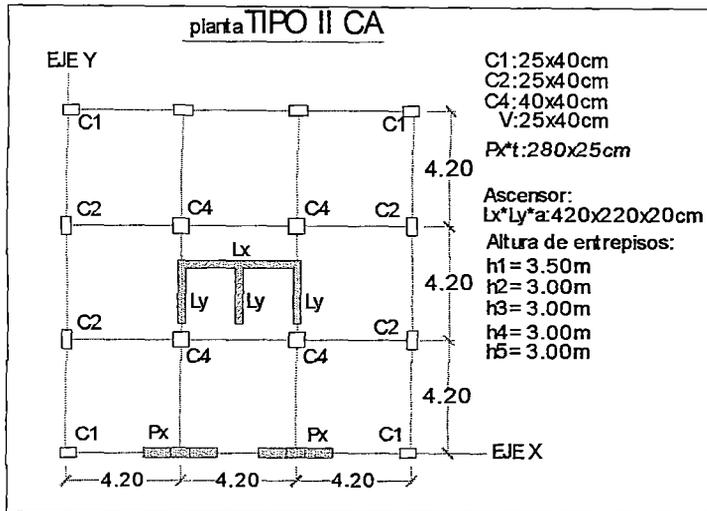


Fig. 4.63
 Esquema de la planta tipo II CA para un edificio de 5 pisos de altura

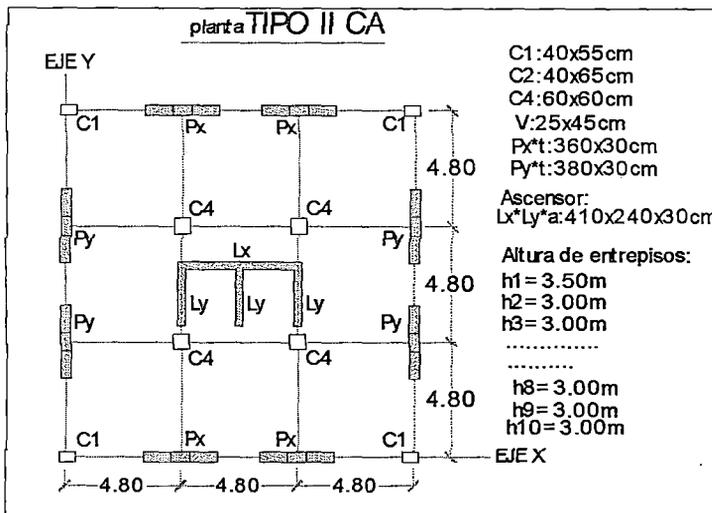


Fig. 4.64
 Esquema de la planta tipo II CA para un edificio de 10 pisos de altura

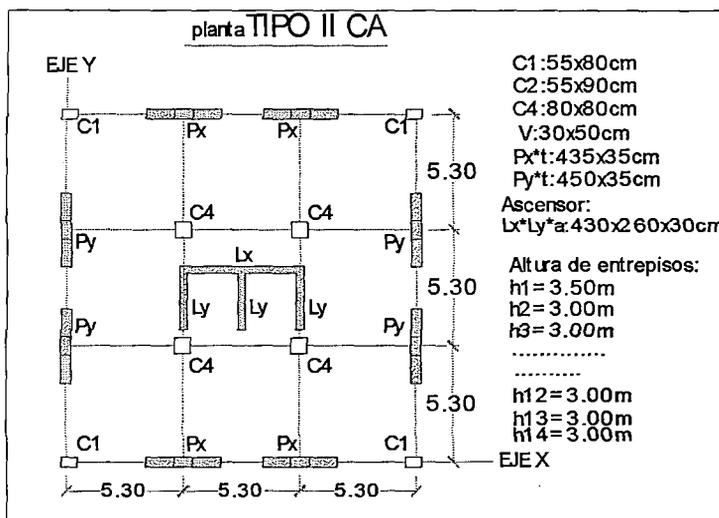


Fig. 4.65
 Esquema de la planta tipo II CA para un edificio de 14 pisos de altura

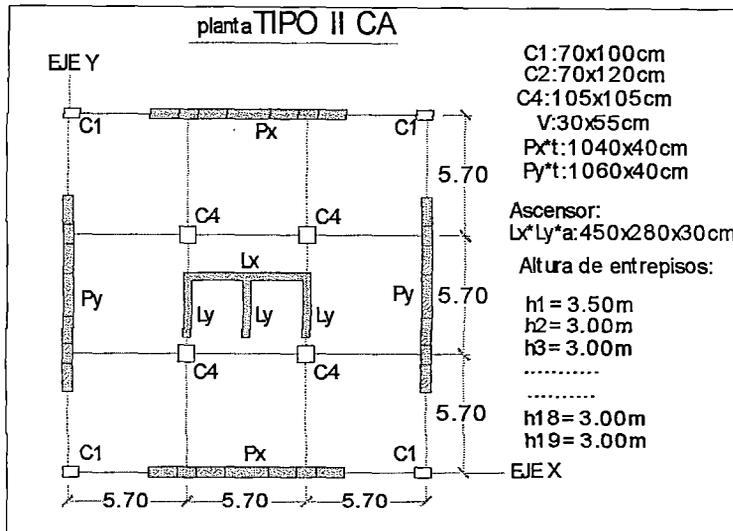


Fig. 4.66
 Esquema de la planta
 tipo II CA para un
 edificio de 19 pisos
 e altura

Esta prueba realizada a la curva F2, comparándola con un análisis real (R), se observa que la curva F2 tiene buena tendencia aunque su error sea considerable, obteniendo a la vez resultados conservadores, viendo la grafica que sigue se puede notar que la curva F2 (color verde) se aproxima a la curva R (color azul), siguiendo su tendencia, a continuación se muestra las graficas de esta prueba en ambos ejes.

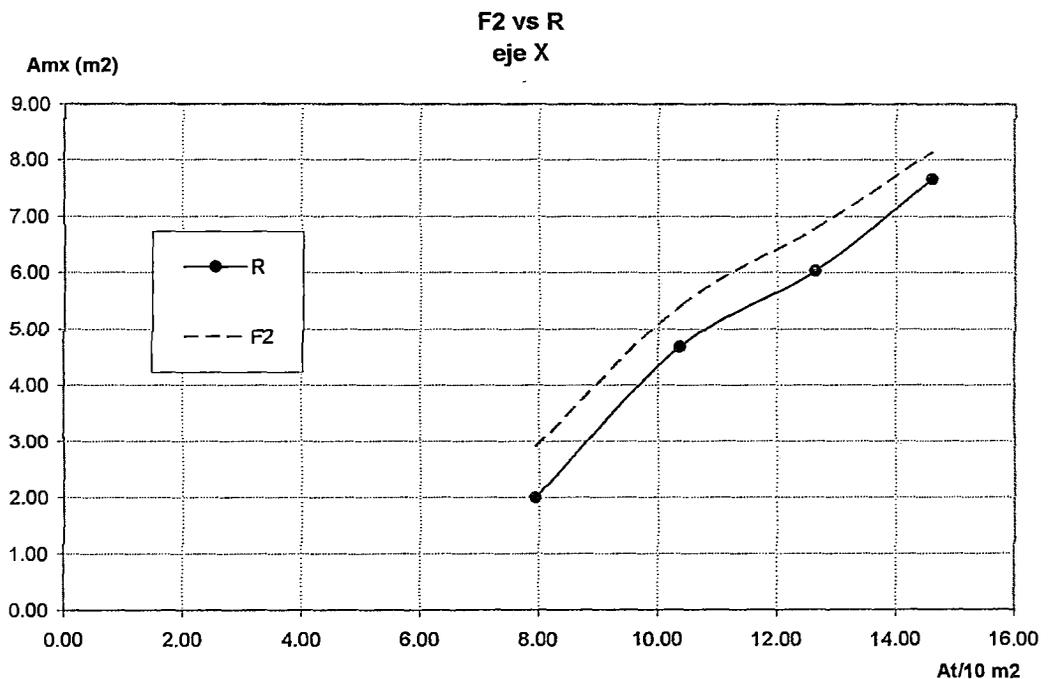


Fig. 4.67 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II CA en el eje x (1ra prueba)

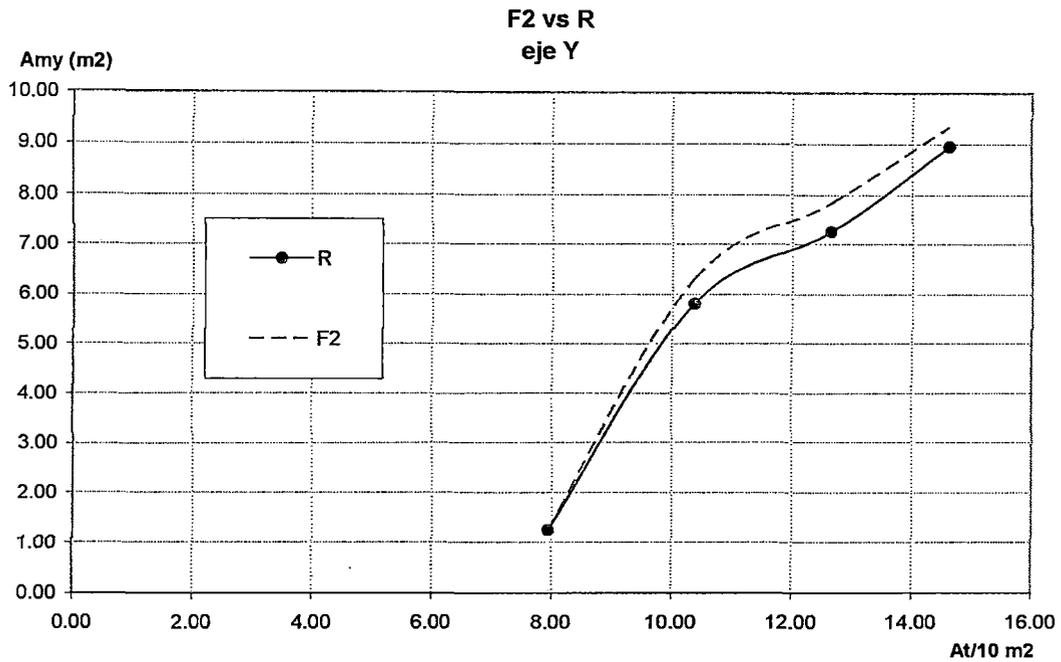


Fig. 4.68 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II CA en el eje y (1ra prueba)

Prueba N° 2

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
7	144.00	7.20	2.29	4.20	4.24	4.80	85.15	14.29
13	225.00	11.25	5.90	6.93	6.24	7.15	5.76	3.17
17	324.00	16.20	7.36	8.45	7.73	8.81	5.03	4.26

Esquema final de las plantas a prueba:

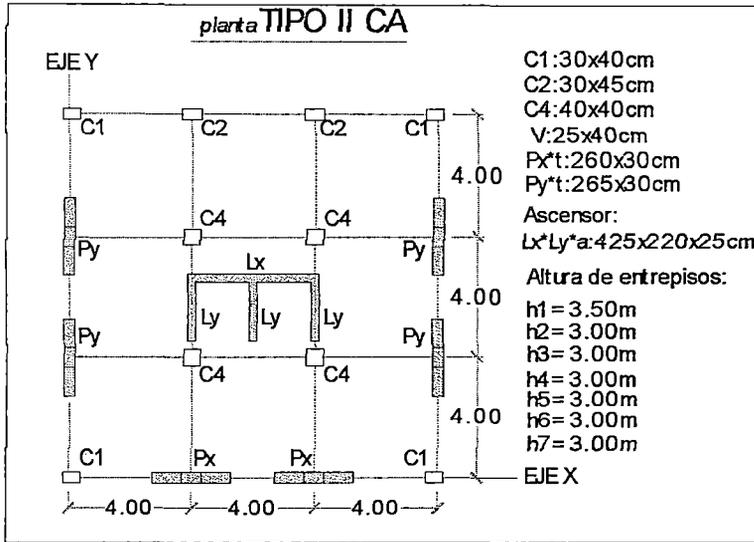


Fig. 4.69
 Esquema de la planta tipo II CA para un edificio de 7 pisos

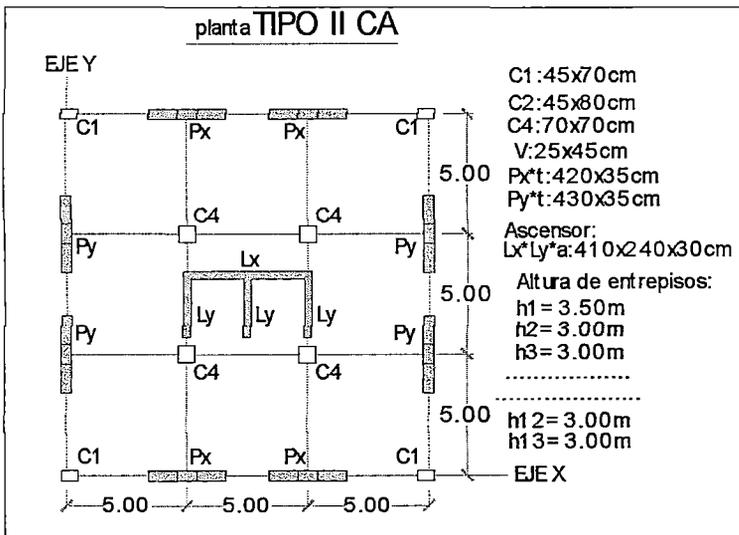


Fig. 4.70
 Esquema de la planta tipo II CA para un edificio de 13 pisos

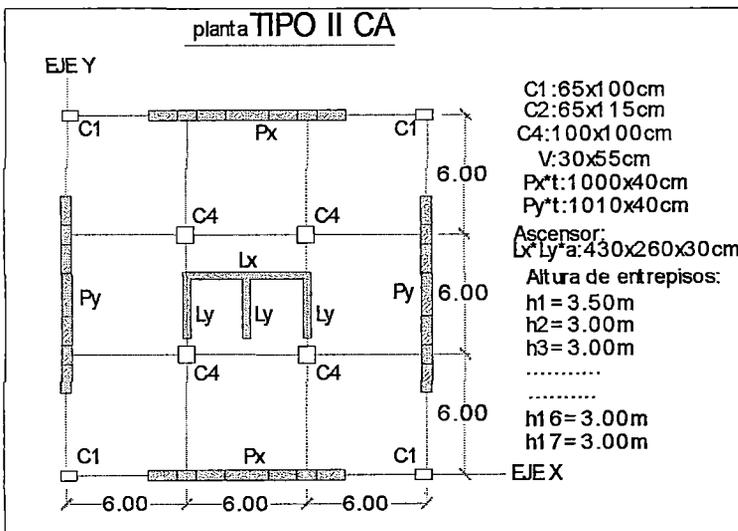


Fig. 4.71
 Esquema de la planta tipo II CA para un edificio de 17 pisos

En esta segunda prueba realizada a la curva **F2**, comparándola con un análisis real (**R**), se observa que la curva F2 se aproxima más en el eje y a la curva R, viendo la grafica que sigue se puede notar esta tendencia, siendo la del eje x más conservadora.

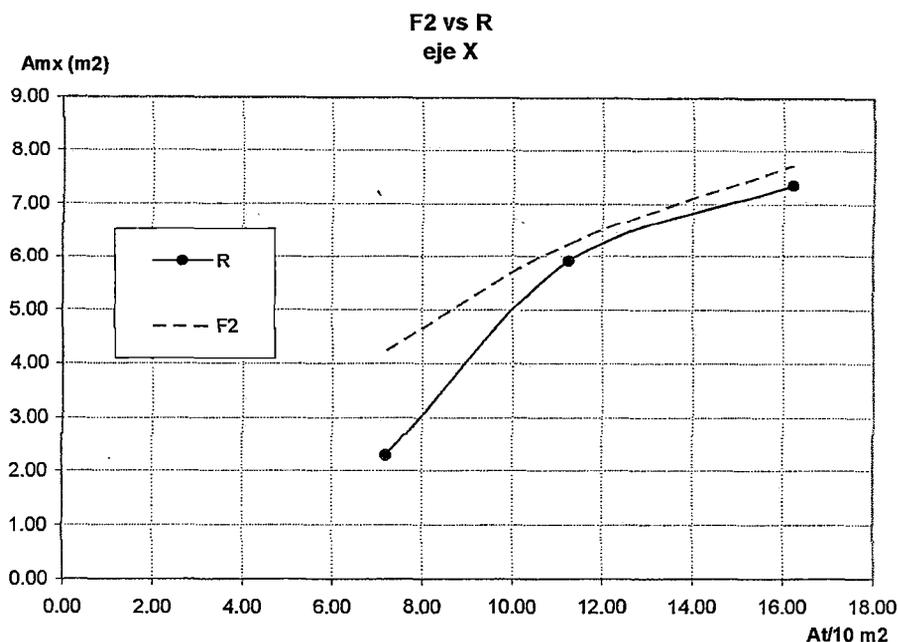


Fig. 4.72 Gráfica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II CA en el eje x (2da prueba)

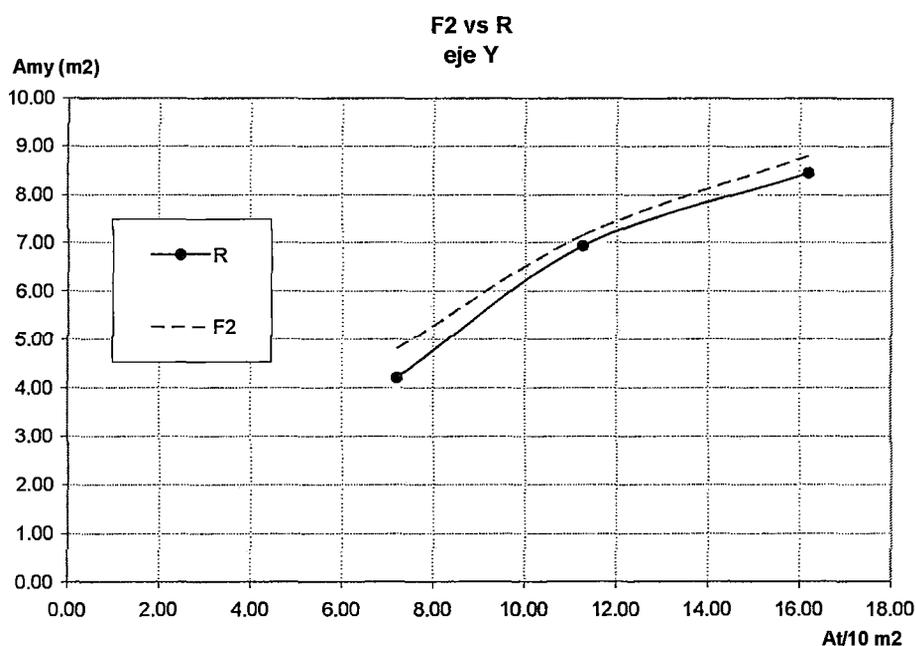


Fig. 4.73 Gráfica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II CA en el eje y (2da prueba)

Prueba N° 3

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
11	180.00	9.00	5.34	5.27	5.34	6.25	0.00	18.60
15	216.00	10.80	6.31	6.48	6.77	7.84	7.29	20.99
19	270.00	13.50	8.06	8.79	8.02	9.22	-0.50	4.89

Esquema final de las plantas a prueba:

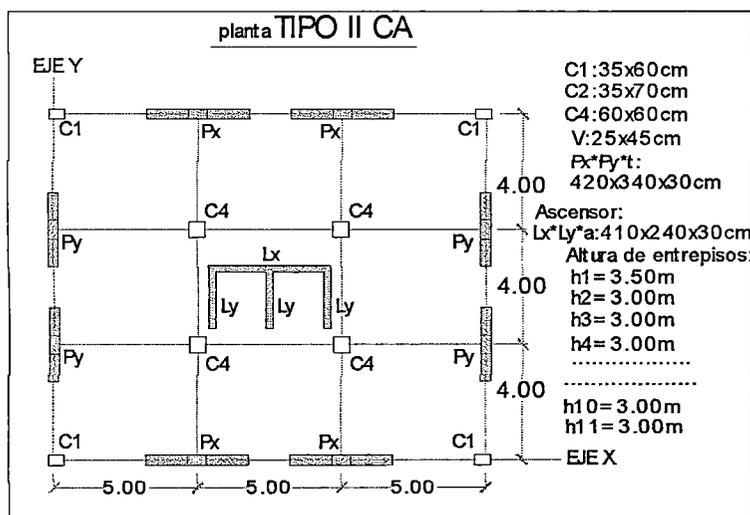


Fig. 4.74
 Esquema de la planta tipo II CA para un edificio de 11 pisos

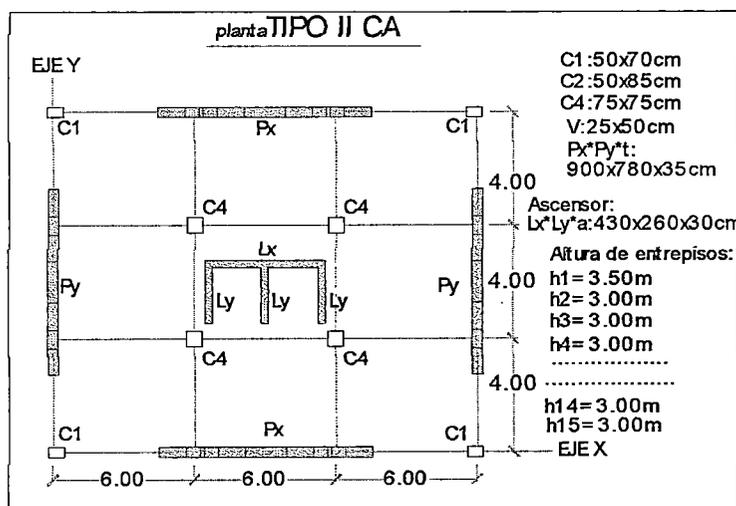


Fig. 4.75
 Esquema de la planta tipo II CA para un edificio de 15 pisos

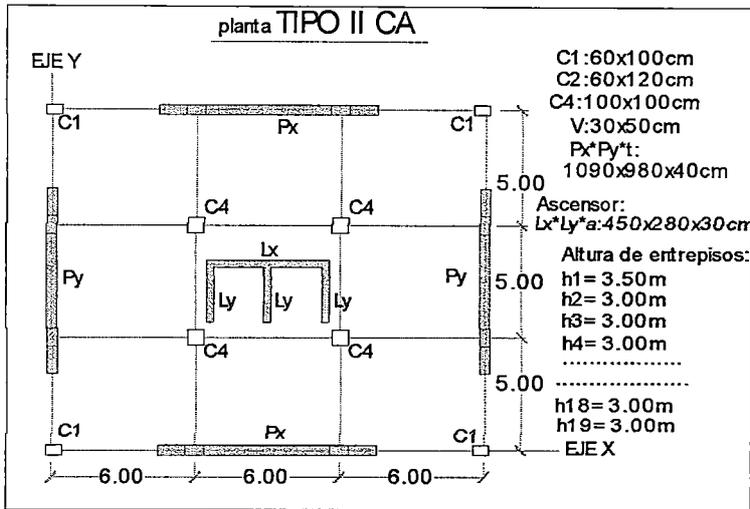


Fig. 4.76
 Esquema de la planta
 tipo II CA para un
 edificio de 19 pisos

En esta tercera prueba realizada a la curva **F2**, comparándola con un análisis real (**R**), en donde las estructuras en este caso poseen plantas no simétricas, se observa que la curva **F2** tiene buena aproximación en la dirección del eje x, pero en el eje y es bastante conservadora, viendo la grafica que sigue se puede notar esta tendencia.

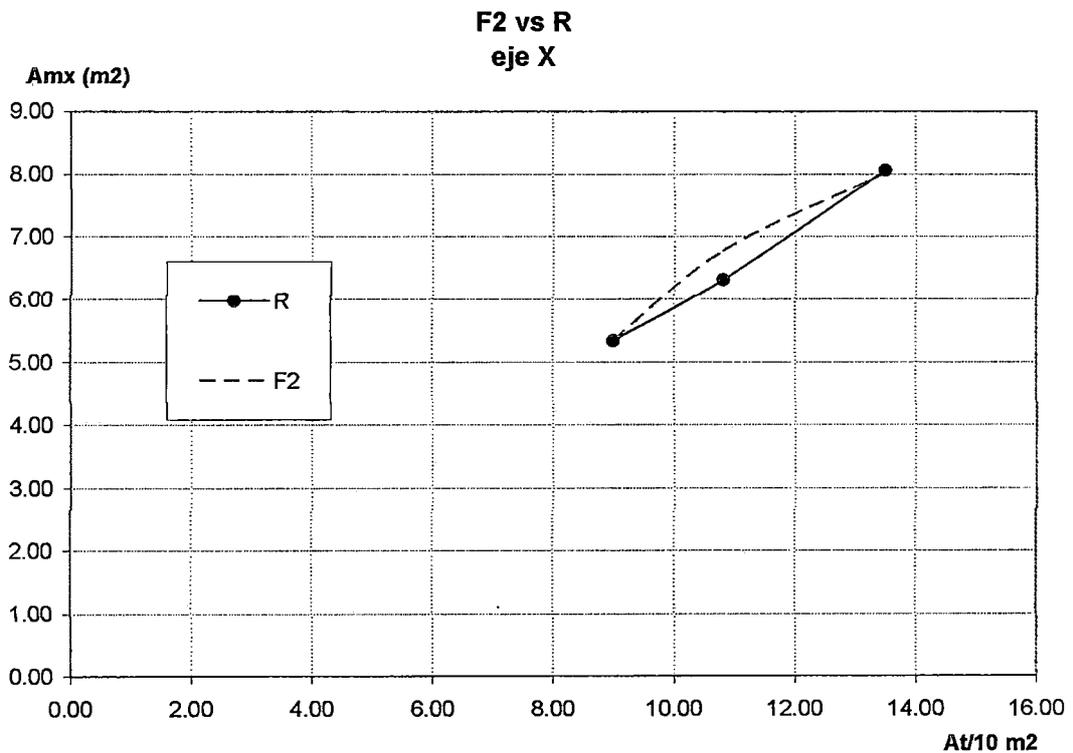


Fig. 4.77 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II CA en el eje x (3ra prueba)

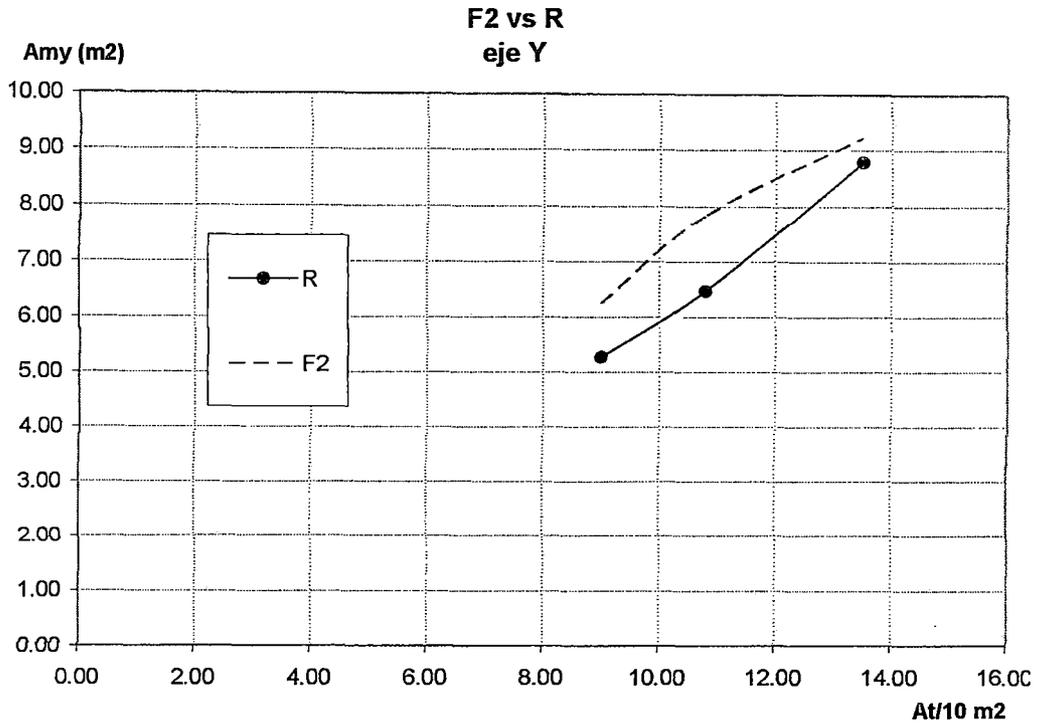


Fig. 4.78 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo II CA en el eje y (3ra prueba)

Planta TIPO III

Prueba N° 1

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
5	158.76	7.938	2.70	2.85	2.40	2.57	-11.11	-9.82
10	207.36	10.368	4.56	4.74	4.23	4.55	-7.24	-4.01
14	252.81	12.6405	5.60	5.95	5.81	6.51	3.75	9.41
19	292.41	14.6205	6.88	7.44	7.12	7.52	3.49	1.08

Esquema final de las plantas a prueba:

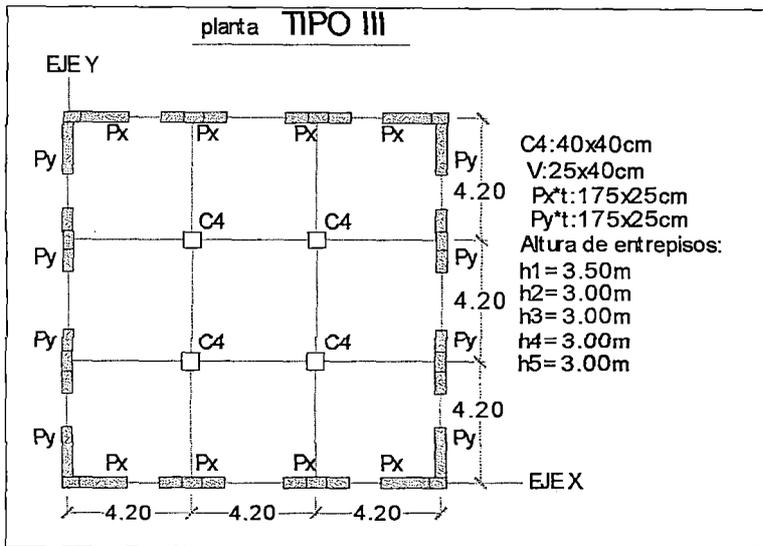


Fig. 4.79
 Esquema de la planta tipo III para un edificio 5 pisos

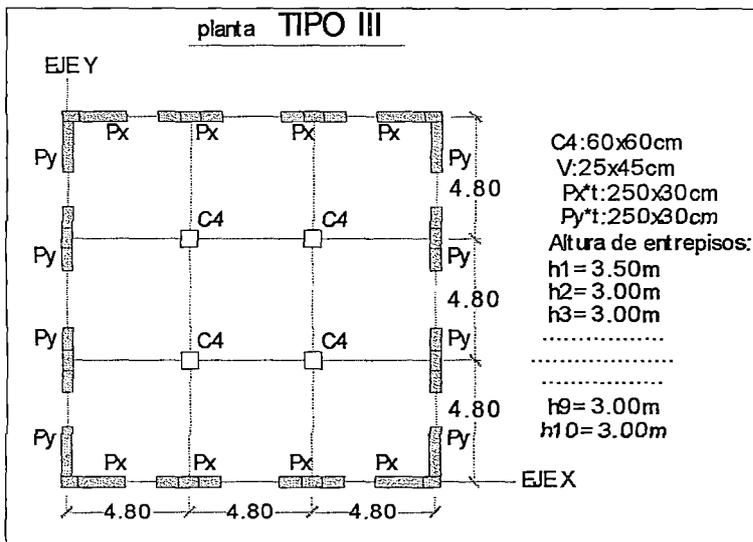


Fig. 4.80
 Esquema de la planta tipo III para un edificio 10 pisos

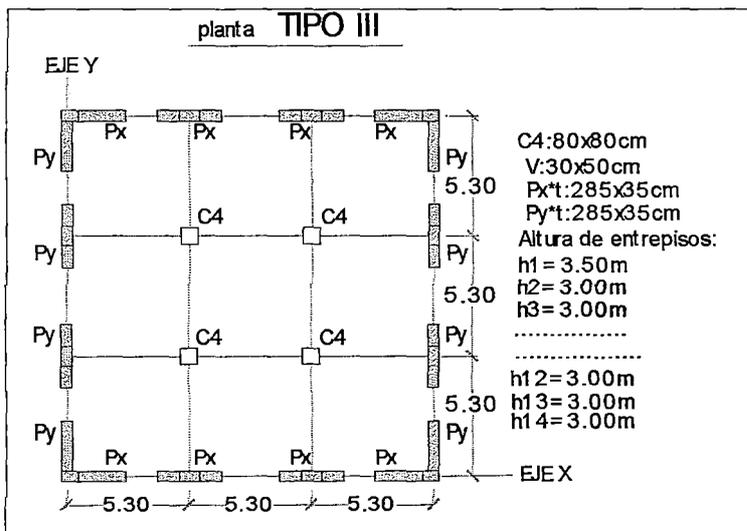


Fig. 4.81
 Esquema de la planta tipo III para un edificio 14 pisos

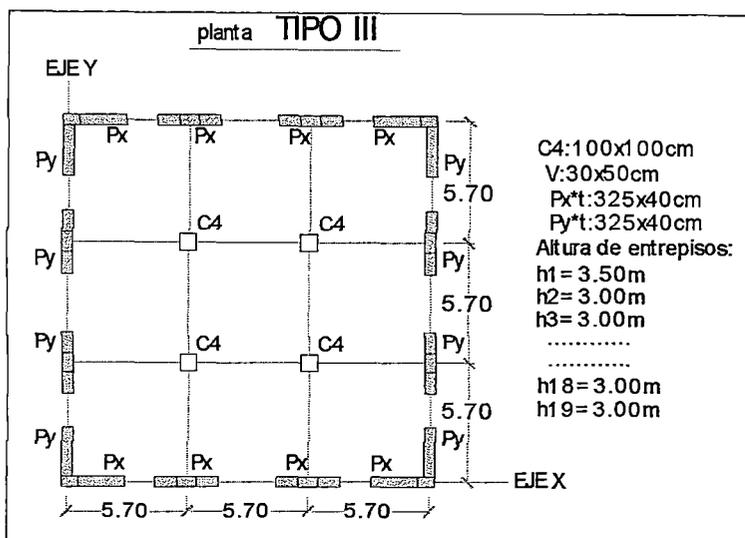


Fig. 4.82
 Esquema de la planta
 tipo III para un edificio
 19 pisos

En esta primera prueba realizada a las curva **F2**, comparándola con un análisis real (**R**), se podría decir que la curva F2 tiene buena aproximación, pero en el primer tramo del dominio la curva F2 presenta un error negativo o sea que esta por debajo de la curva R, viendo la grafica que sigue se puede notar la tendencia de la curva F2 (color verde) con respecto a la curva R (color azul).

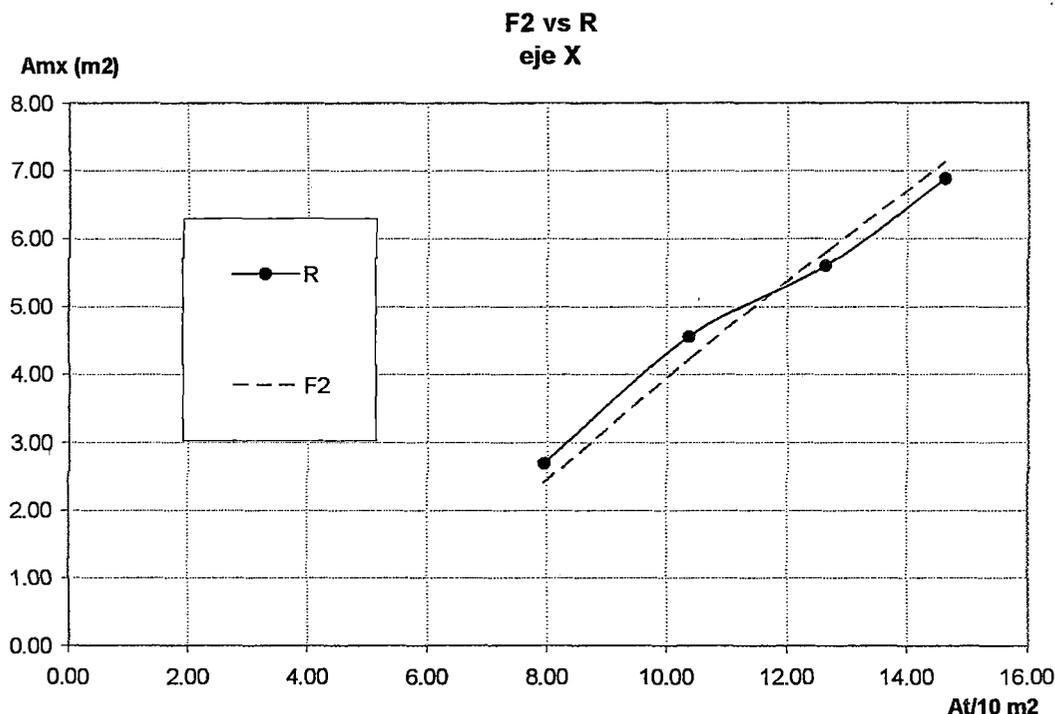


Fig. 4.83 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje x (1ra prueba)

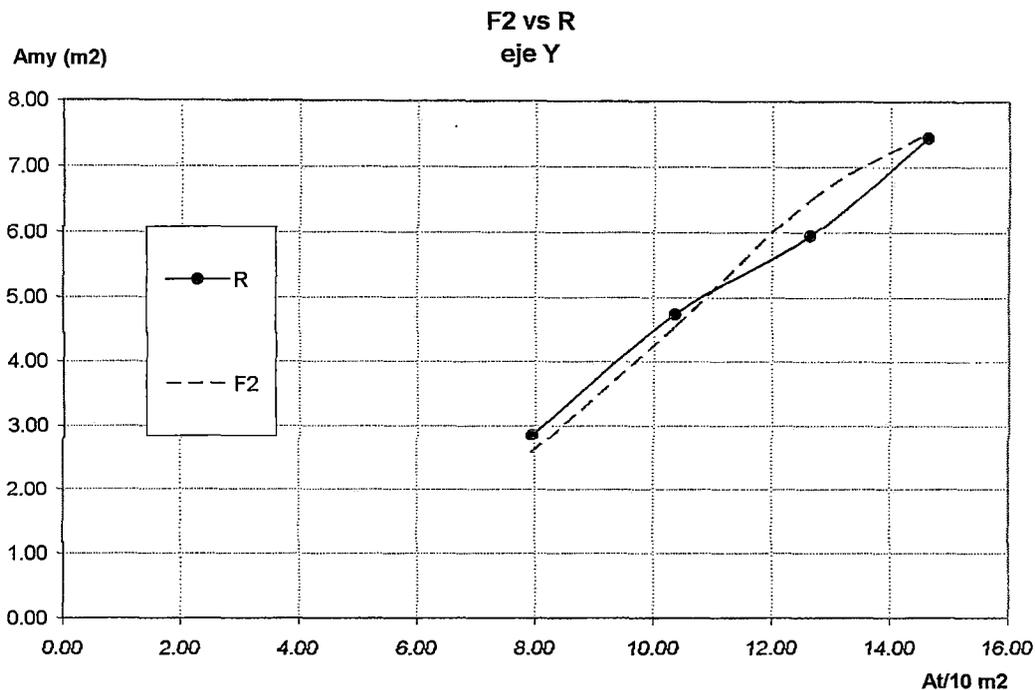


Fig. 4.84 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje y (1ra prueba)

Prueba N° 2

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
7	144.00	7.20	3.66	3.78	3.30	3.47	-9.84	-8.20
13	225.00	11.25	5.46	5.81	5.50	5.93	0.73	2.07
17	324.00	16.20	7.12	7.68	7.29	7.75	2.39	0.91

Esquema final de las plantas a prueba

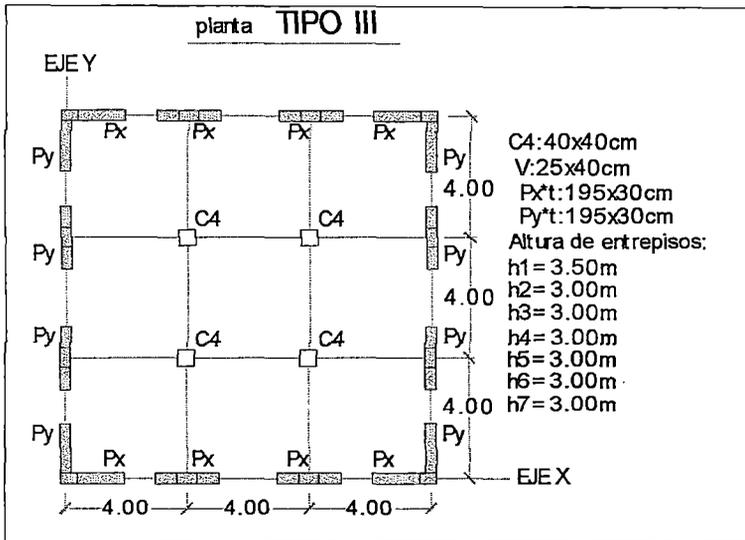


Fig. 4.85
 Esquema de la planta
 tipo III para un edificio
 de 7 pisos

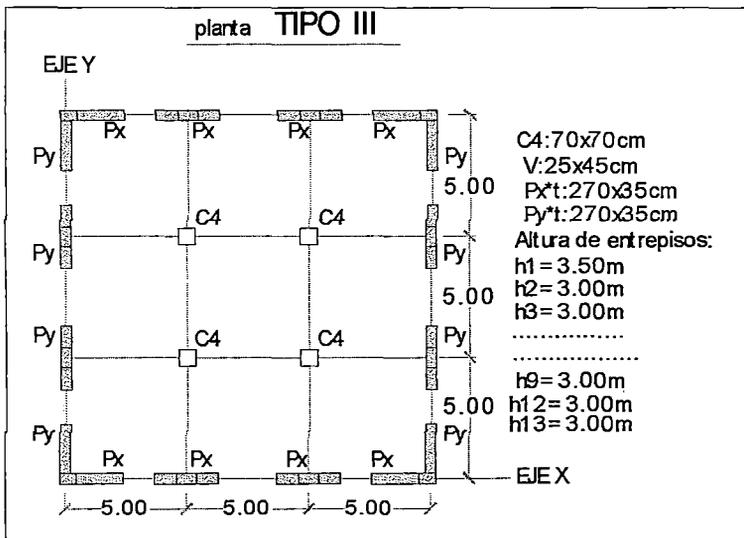


Fig. 4.86
 Esquema de la planta
 tipo III para un edificio
 de 13 pisos

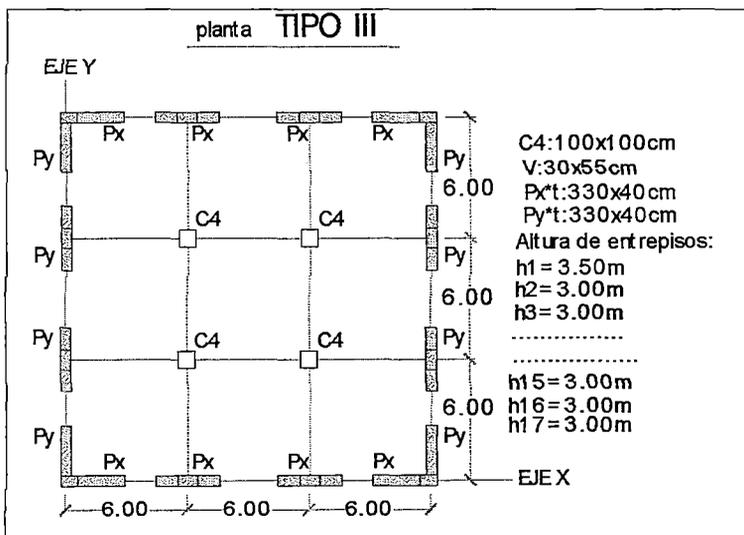


Fig. 4.87
 Esquema de la planta
 tipo III para un edificio
 de 17 pisos

En esta prueba realizada a la curva **F2**, comparándola con un análisis real (**R**), se observa que la curva F2 tienen casi la misma tendencia, que el comportamiento de la curva real en ambas direcciones, viendo la grafica que sigue se puede notar esta tendencia.

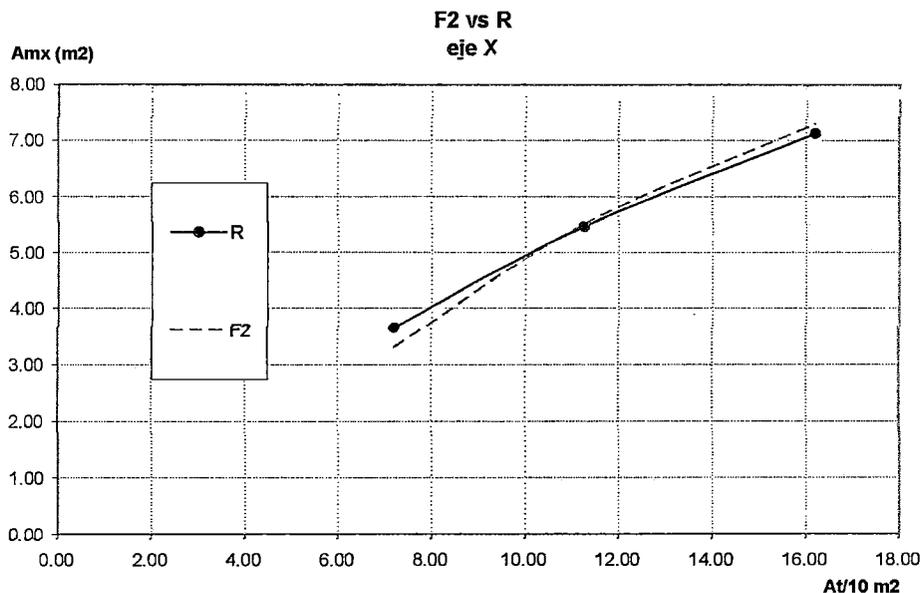


Fig. 4.88 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje x (2da prueba)

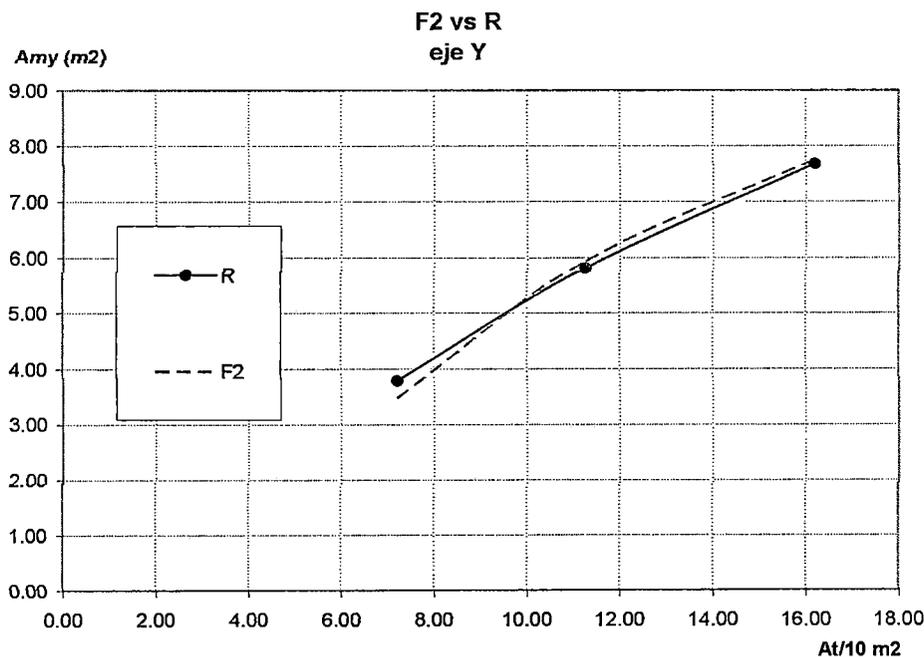


Fig. 4.89 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje y (2da prueba)

Prueba N° 3

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
11	180.00	9.00	4.56	3.90	4.43	4.75	-2.85	21.79
15	216.00	10.80	6.65	4.41	5.88	6.33	-11.58	43.54
19	270.00	13.50	7.20	6.40	6.92	7.31	-3.89	14.22

Esquema final de las plantas a prueba:

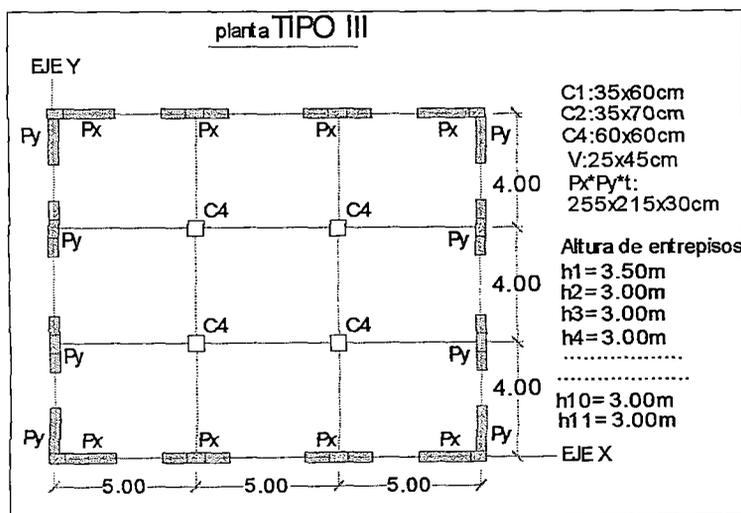


Fig. 4.90
 Esquema de la planta tipo III para un edificio e 11 pisos

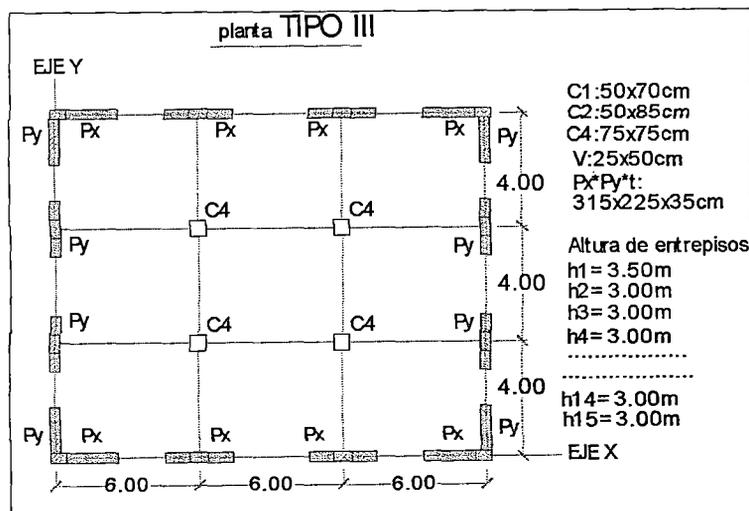


Fig. 4.91
 Esquema de la planta tipo III para un edificio e 15 pisos

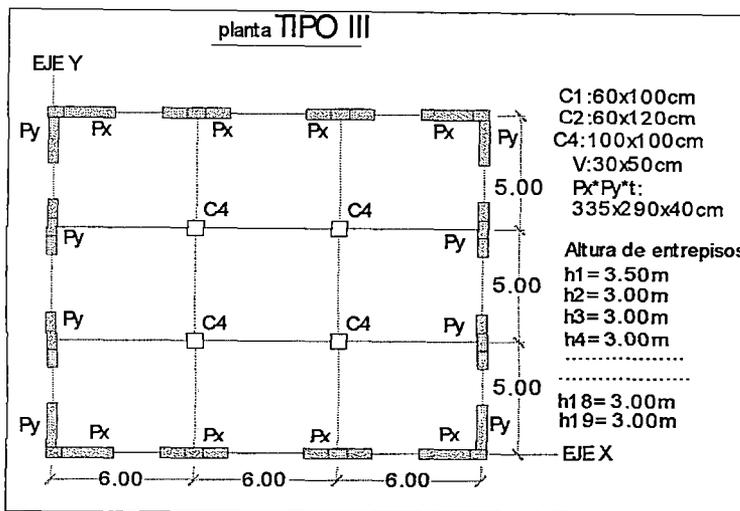


Fig. 4.92
 Esquema de la planta tipo III para un edificio e 19 pisos

En esta tercera prueba realizada a las curva **F2**, comparándola con un análisis real (**R**), en donde las estructura en este caso poseen plantas no simétricas, se observa que la curva F2 tienen mayor aproximación en la dirección del eje x, en cambio en la otra dirección es bastante conservadora siendo el error considerable, viendo la grafica que sigue se puede notar esta tendencia.

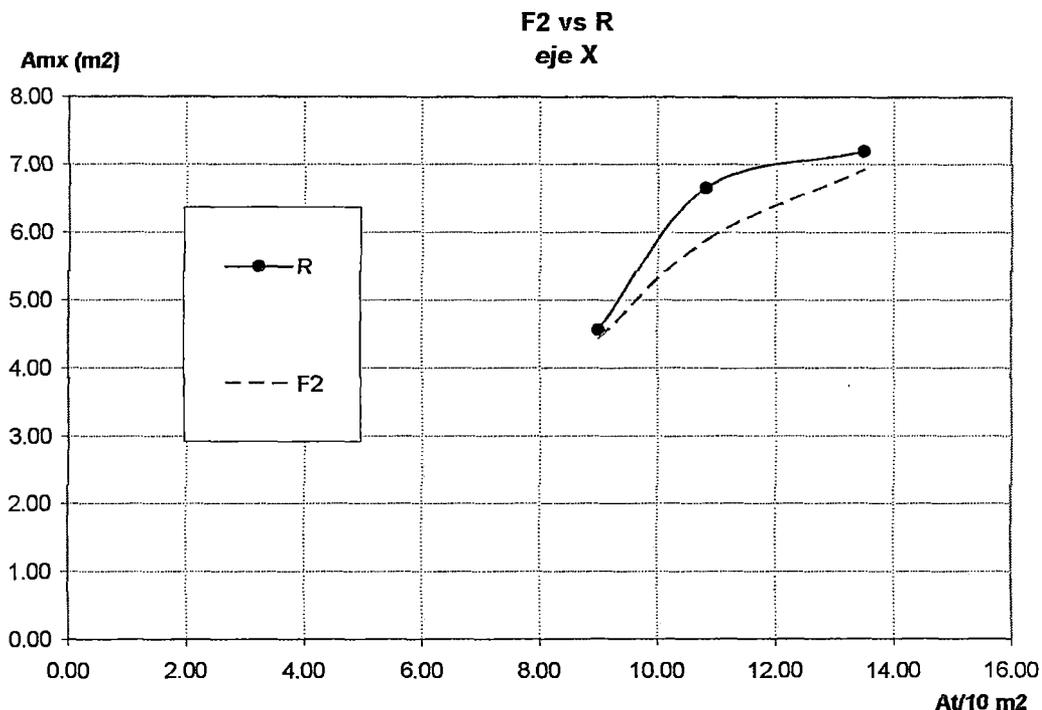


Fig. 4.93 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje x (3ra prueba)

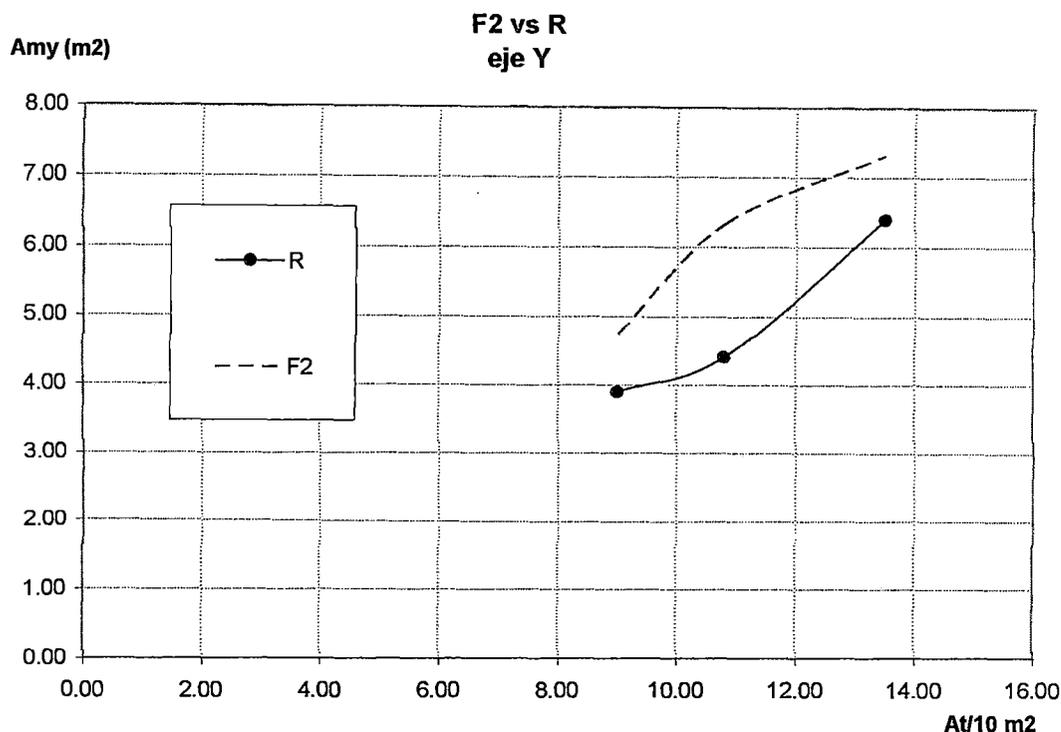


Fig. 4.94 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III en el eje y (3ra prueba)

Planta TIPO III CA

Al igual que la planta del TIPO II CA, este tipo de planta no ha sido estudiada, recordando los modelos analizados el tipo de planta TIPO III tiene los muros ubicados en los costados de la parte central y en las esquinas del perímetro de la planta, esta no presenta placa de ascensores tipo "E" en el centro de planta, por lo que se ha tenido que obtener un comportamiento para este tipo de planta, igual que el análisis anterior hecho a la planta del TIPO II CA, entonces se tiene:

$$A_{mx} = A_{mx}(\text{TIPO III SA}) + A_{max};$$

$$A_{my} = A_{may}; \text{ solo para edificios de 4 pisos}$$

$$A_{my} = A_{my}(\text{TIPO III SA}) + A_{may}; \text{ para edificios de 5 pisos a mas}$$

Donde:

A_{mx} : área de muros de corte en la dirección del eje x.

A_{my} : área de muros de corte en la dirección del eje y.

$A_{mx}(TIPO III SA)$: área de muros de corte de la planta tipo III sin ascensor en la dirección del eje x.

$A_{my}(TIPO III SA)$: área de muros de corte de la planta tipo III sin ascensor en la dirección del eje y.

A_{max} : área de muros que pertenece al ascensor en la dirección del eje x.

A_{may} : área de muros que pertenece al ascensor en la dirección del eje y.

A este comportamiento lo denominaremos también como curva "**F2**", teniendo en cuenta este comportamiento entonces ya podemos realizar las pruebas a esta curva F2, comparándola con el análisis sísmico real hecho a la estructura en prueba y verificar la aproximación que presenta este nuevo comportamiento, las pruebas se harán a las mismas estructuras que se han estado probando, entonces tenemos:

Prueba N° 1

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	A_p (m ²)	$A_t / 10$ (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			$A_{mx}(m^2)$	$A_{my}(m^2)$	$A_{mx}(m^2)$	$A_{my}(m^2)$	Eje x	Eje y
5	158.76	7.938	2.50	1.26	3.20	3.82	28.00	203.17
10	207.36	10.368	4.98	6.41	5.37	6.58	7.83	2.65
14	252.81	12.6405	6.10	7.88	7.01	8.72	14.92	10.66
19	292.41	14.6205	7.66	9.67	8.38	9.90	9.40	2.38

Esquema final de las plantas a prueba:

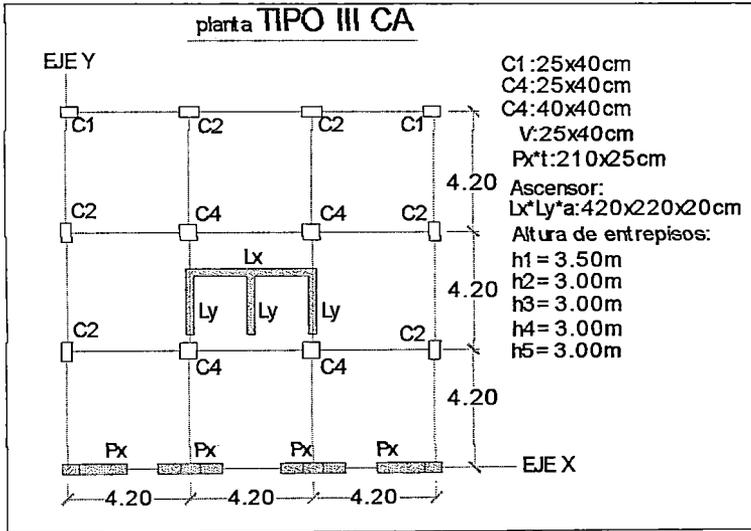


Fig. 4.95
 Esquema de la planta
 tipo III CA para un
 edificio de 5 pisos

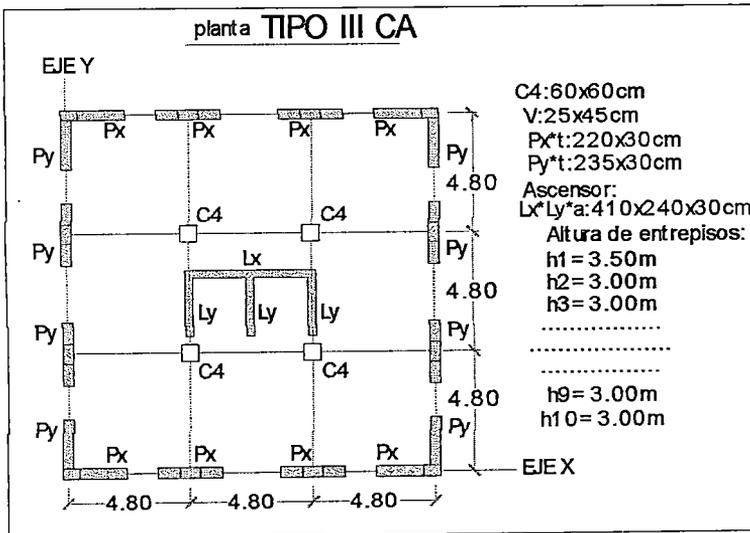


Fig. 4.96
 Esquema de la planta
 tipo III CA para un
 edificio de 10 pisos

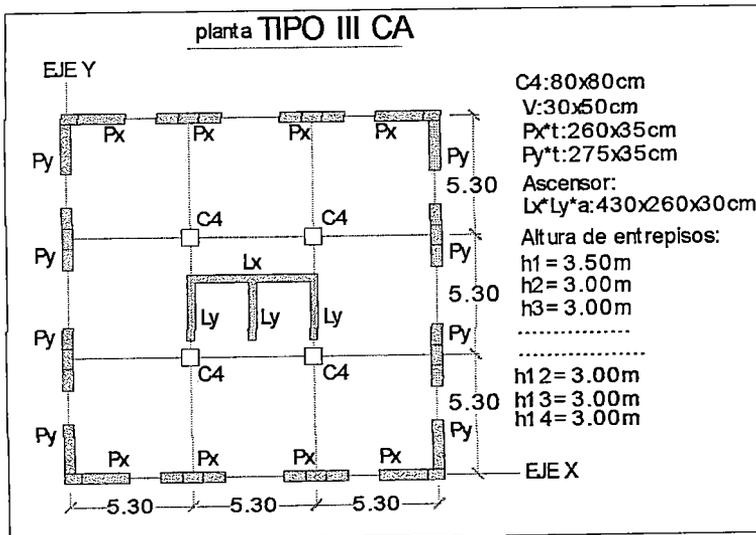


Fig. 4.97
 Esquema de la planta
 tipo III CA para un
 edificio de 14 pisos

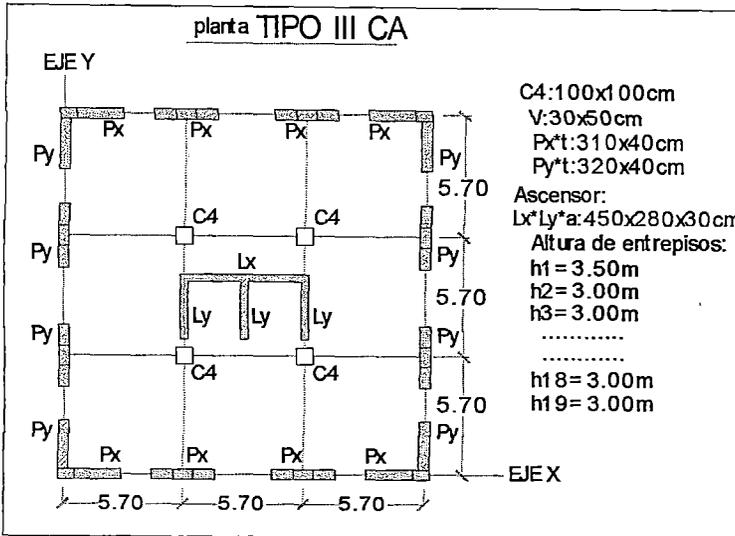


Fig. 4.98
 Esquema de la planta
 tipo III CA para un
 edificio de 19 pisos

Esta prueba realizada a la curva **F2**, comparándola con un análisis real (**R**), se observa que la curva F2 tiene cierta aproximación obteniendo resultados muy conservadores, viendo la grafica que sigue se puede notar que la curva F2 (color verde) en el eje x se asemeja más a la curva R (color azul).

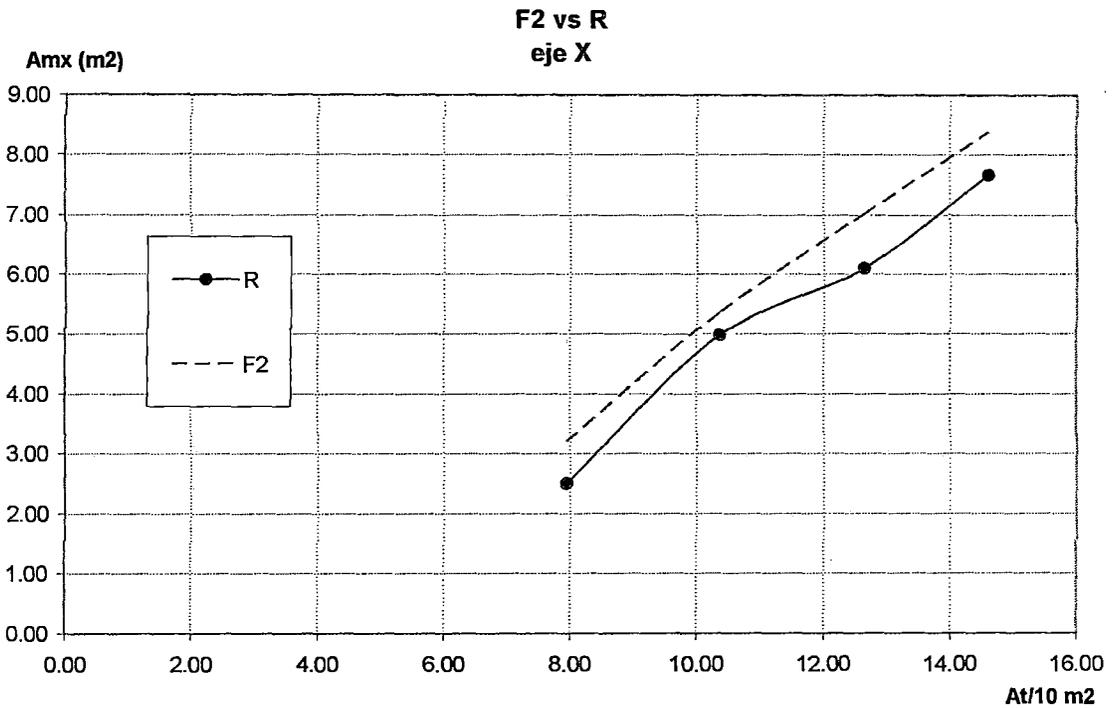


Fig. 4.99 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III CA en el eje x (1ra prueba)

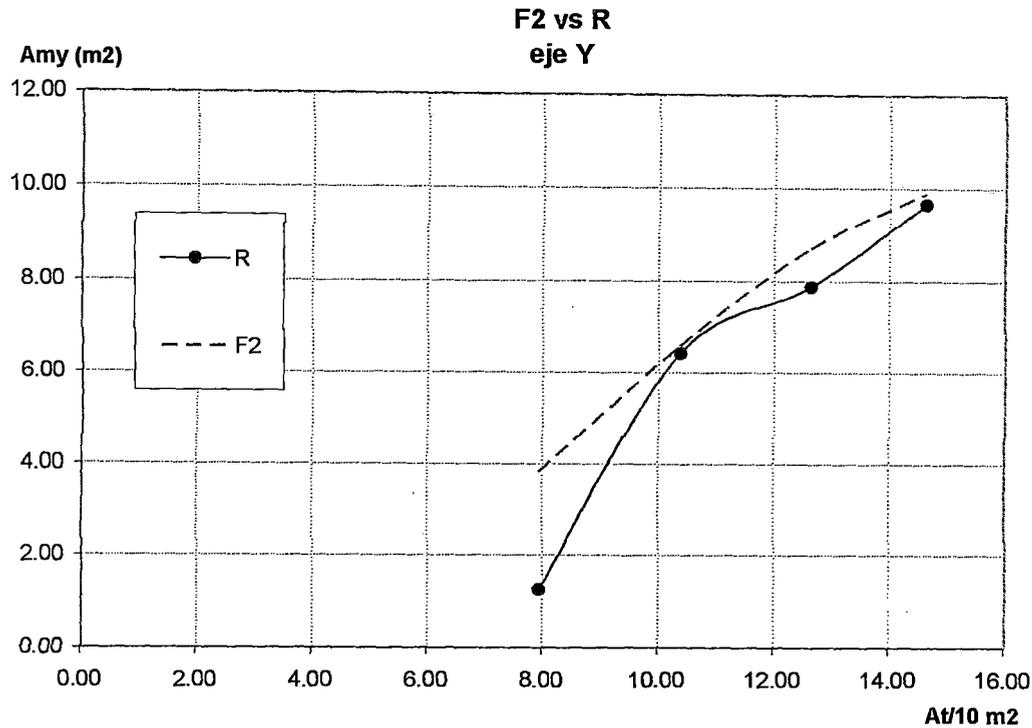


Fig. 4.100 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III CA en el eje y (1ra prueba)

Prueba N° 2

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
7	144.00	7.20	2.53	2.94	4.30	5.03	69.96	71.09
13	225.00	11.25	6.18	7.56	6.64	7.96	7.44	5.29
17	324.00	16.20	8.00	8.90	8.49	9.96	6.13	11.91

Esquema final de las plantas a prueba:

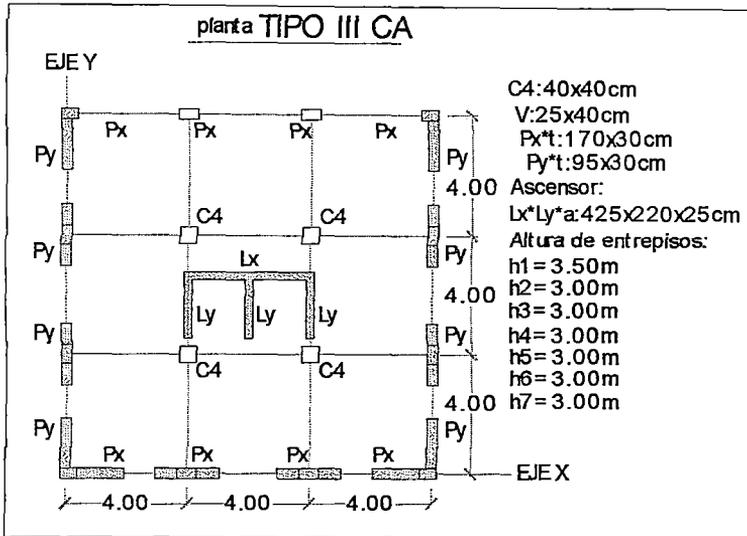


Fig. 4.101
 Esquema de la planta
 tipo III CA para un
 edificio de 7 pisos

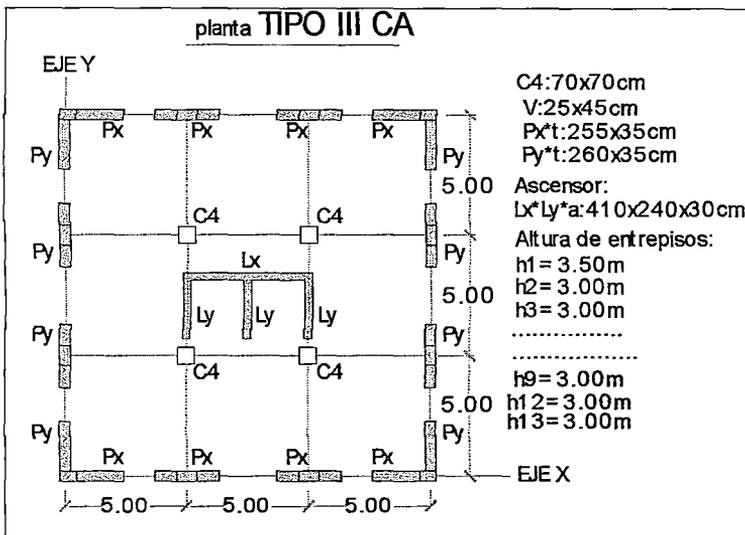


Fig. 4.102
 Esquema de la planta
 tipo III CA para un
 edificio de 13 pisos

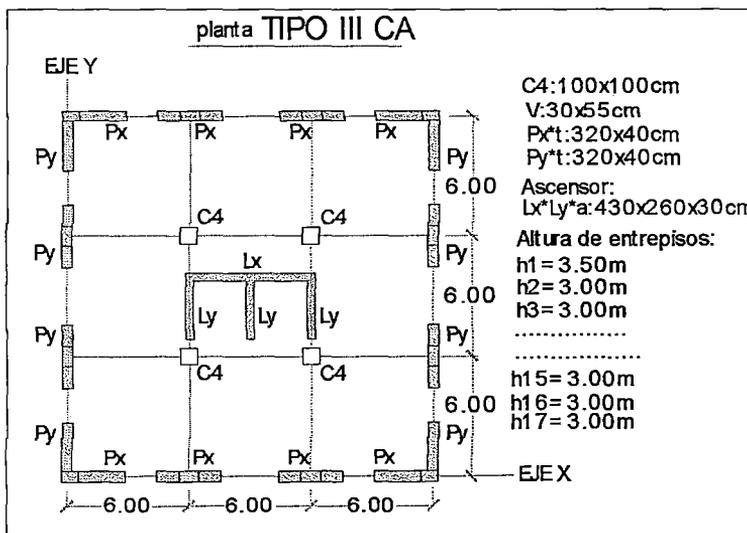


Fig. 4.103
 Esquema de la planta
 tipo III CA para un
 edificio de 17 pisos

En esta prueba realizada a la curva *F2*, comparándola con un análisis real (*R*), se observa que la curva *F2* se aproxima de la curva *R*, pero que presenta un error aceptable a medida que la estructura crece en altura y área de planta, viendo la grafica que sigue se puede notar esta tendencia.

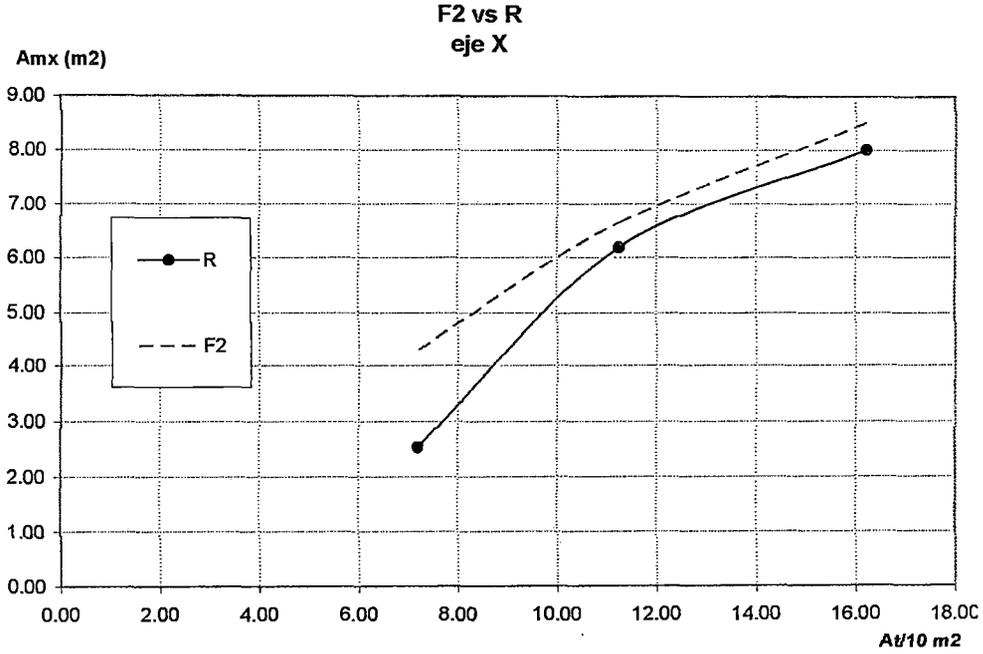


Fig. 4.104 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III CA en el eje x (2da prueba)

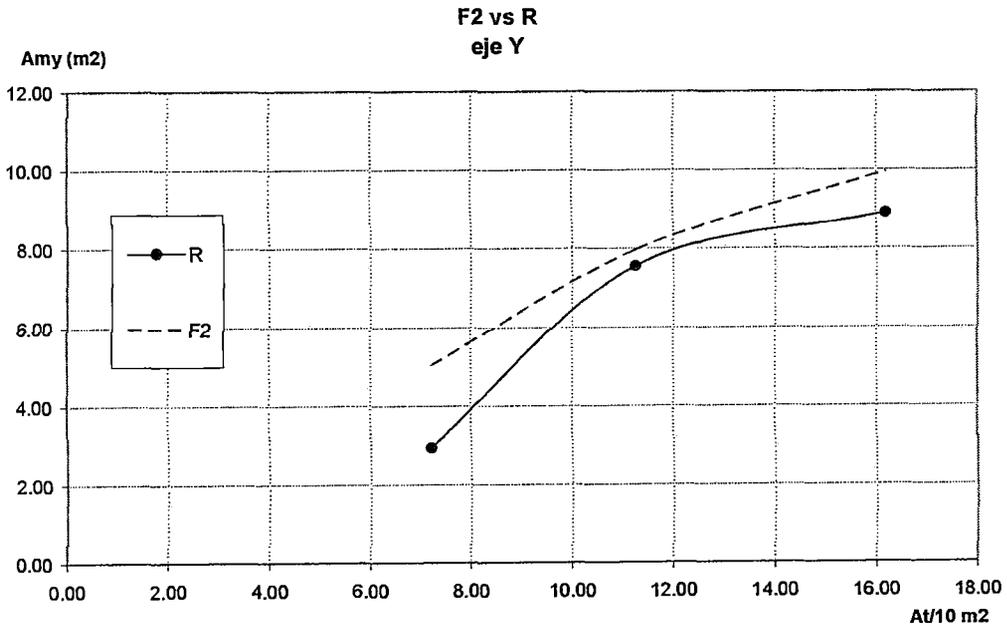


Fig. 4.105 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III CA en el eje y (2da prueba)

Prueba N° 3

Del análisis hecho a las estructuras y utilizando la curva F2, se tiene el siguiente cuadro de resultados:

N	Ap (m ²)	At / 10 (m ²)	Según el Análisis real (R)		Según la curva F2		Error(%)	
			Amx(m ²)	Amy(m ²)	Amx(m ²)	Amy(m ²)	Eje x	Eje y
11	180.00	9.00	4.86	5.81	5.57	6.78	14.61	16.70
15	216.00	10.80	7.01	6.62	7.08	8.54	1.00	29.00
19	270.00	13.50	7.98	8.62	8.18	9.70	9.51	12.53

Esquema final de las plantas a prueba:

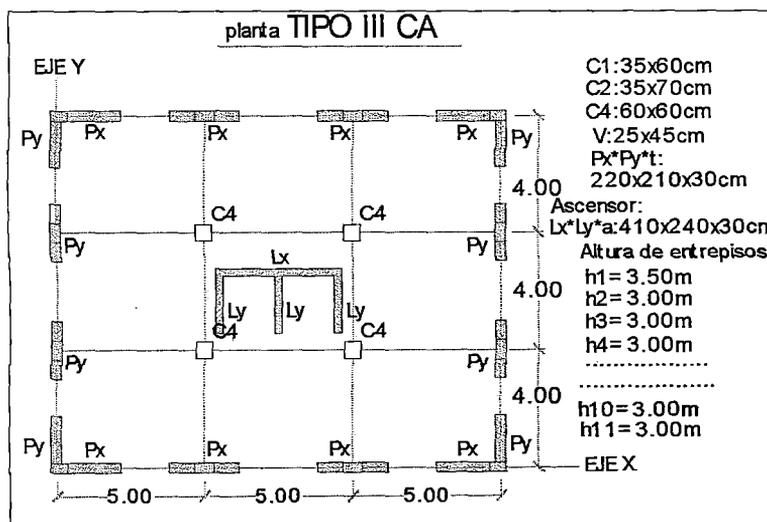


Fig. 4.106
 Esquema de la planta tipo III CA para un edificio de 11 pisos

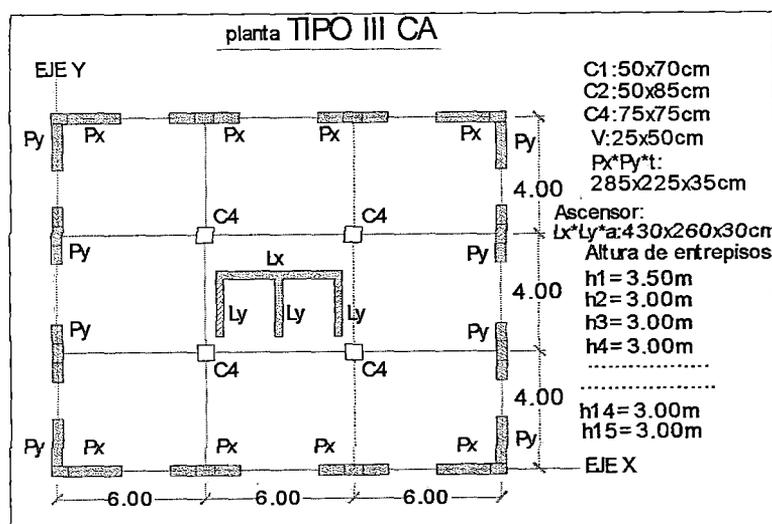


Fig. 4.107
 Esquema de la planta tipo III CA para un edificio de 15 pisos

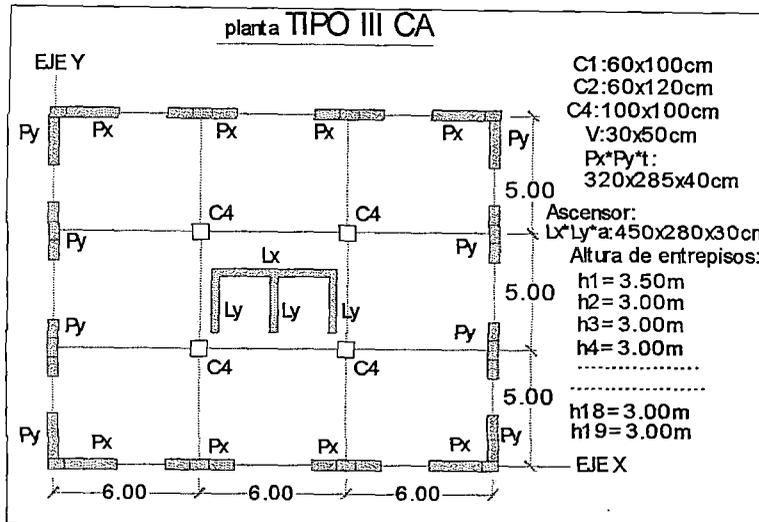


Fig. 4.108
 Esquema de la planta
 ipo III CA para un
 ficio de 19 pisos

En esta prueba realizada a la curva **F2**, comparándola con un análisis real (**R**), en donde las estructuras en este caso poseen plantas no simétricas, se observa que la curva **F2** tienen buena aproximación en la dirección del "eje x", en cambio en el "eje y" es muy conservador ya que el error es considerable, viendo la grafica que sigue se puede notar esta tendencia, pero que nos asegura en un primer caso el buen control muy conservador de los desplazamientos.

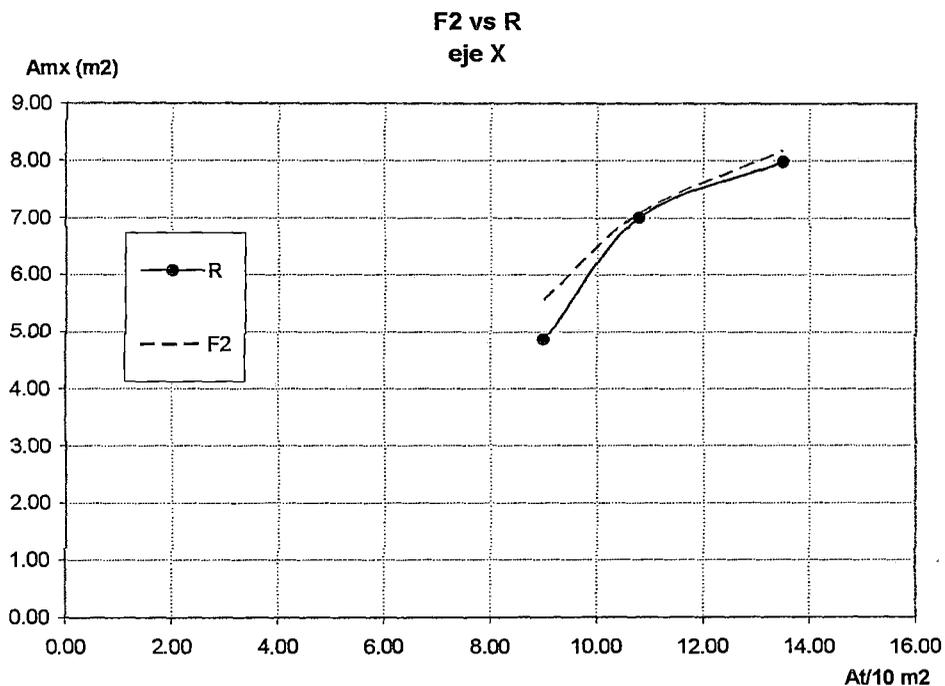


Fig. 4.109 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III CA en el eje x (3ra prueba)

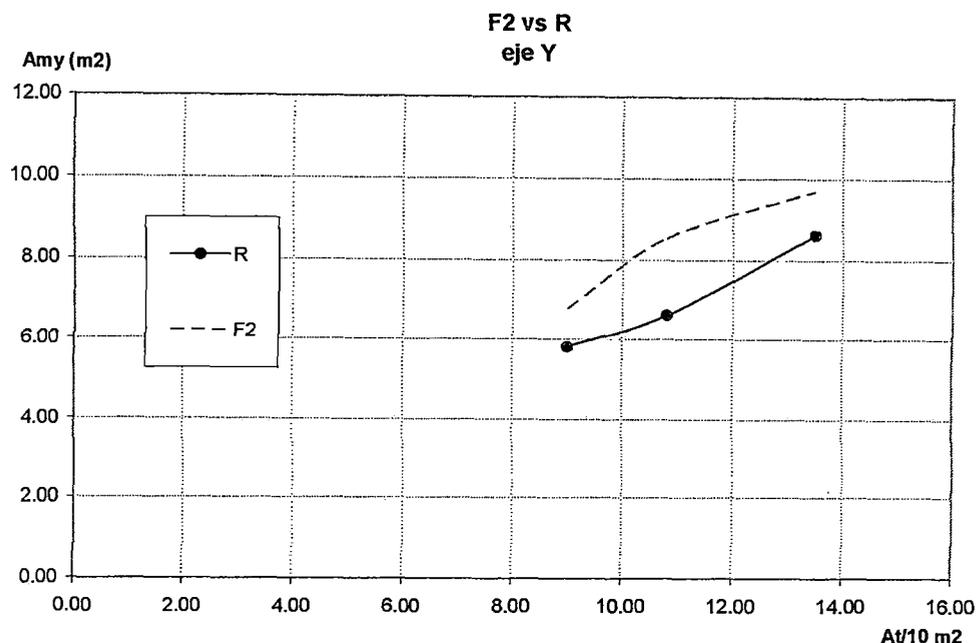


Fig. 4.110 Grafica de comparación entre F2 vs R para plantas del tipo III CA en el eje y (3ra prueba)

Luego de observar todas las pruebas antes vistas, seleccionadas según el tipo de planta, se observa que para las pruebas hechas a estructuras con plantas simétricas (prueba N°1 y prueba N°2), la curva F2 en forma general presenta una buena aproximación con respecto a un análisis sin utilizar la curva F2, esto para todos los tipos de plantas estudiadas, inclusive para las plantas del TIPO II CA y TIPO III CA, que no fueron estudiadas pero se le encontró un comportamiento a partir de analizar los resultados de la planta TIPO I CA. Todas estas pruebas en su mayor parte presentan errores menores al $\pm 5\%$ por las que son aceptables, y el resto aunque sean mayores al 5% nos asegura una primera aproximación con valores conservadores para el cálculo de las áreas de los muros de corte. De las pruebas hechas a estructuras de plantas no simétricas (prueba N°3), la aproximación arrojada ha sido muy conservadora pero habiendo casos en que el error era incluso menor al $\pm 5\%$, pero sobre todo en la dirección del eje x de la planta. Por lo que podríamos decir que la utilización de esta curva F2 nos asegura de ante mano, un valor inicial bastante conservador al cálculo del área de muros de corte para plantas no simétricas.

4.4 DEFINICION DEL COMPORTAMIENTO OPTIMO DE LA CURVA QUE RELACIONA LA DENSIDAD DE LOS MUROS DE CORTE CON EL AREA TRIBUTARIA A LOS MUROS EN AMBAS DIRECCIONES

Una vez visto y analizado los resultados arrojados de las diferentes pruebas hechas a la curva F2, comparándola con la curva real R que proviene del comportamiento realizado por el análisis dinámico a una estructura, se tiene que este tipo de comportamiento resulta una buena aproximación con respecto al verdadero comportamiento del análisis hecho a una estructura cualquiera, además dicha curva presenta en la mayor parte de las pruebas un error menor o igual al 5% que es aceptable. Esta curva como se observa es conservadora y fácil de usar, por lo que su uso asegura la facilidad de hallar el "pre dimensionamiento" de los muros de corte a utilizar, para que la estructura tenga un comportamiento inicial aceptable ante un análisis sísmico. Como se ha visto también la utilización de esta curva se ha expandido, llegando a utilizarla en plantas que no han sido estudiadas en este trabajo, como son las plantas no simétricas, observando buenos resultados muy conservadores y que nos da también una aproximación inicial de las dimensiones de los muros a y poder empezar el análisis sísmico de una estructura. Del mismo análisis del comportamiento de la curva F2, se ha encontrado una expresión que nos permite hallar aproximaciones de la densidad de los muros de corte para plantas no analizadas, como las del *tipo II CA* y *tipo III CA* que tienen en la parte central una caja de ascensor de tipo "E", ya que solo se realizó el análisis a estas plantas sin la presencia de ascensores en la parte central. Por lo tanto se define a la curva F2 como "**Am**" (área efectiva de los muros de corte), que viene hacer "**el área efectiva de los muros de corte, que se agregará a una planta típica conformada por columnas, para el control de los desplazamientos laterales debido a sismos**". A continuación se mostrará la definición de la curva F2 para las diferentes plantas analizadas, dependiendo de la ubicación en planta de los muros de corte y la altura del edificio. Esta curva F2 representa el comportamiento óptimo de la densidad de los muros de corte:

Entonces tenemos para:

PLANTA TIPO I

Para estructuras donde el valor del parámetro $At/10$ (décima parte del área tributaria en m^2) se encuentra entre [7.20 ; 16.20] , la altura del edificio comprende entre los 4 y 20 pisos, la altura de entrepiso es de 3 m, la planta presenta 3 vanos en cada dirección midiendo las luces entre 4 y 6 metros de longitud y sin presencia de caja de ascensores en su parte central, entonces la curva cuya expresión matemática se aproxima al cálculo de las áreas de los muros de corte se presentará en las dos direcciones tal como sigue:

F2 se definirá ahora como Amx (área efectiva de los muros de corte en el eje x) o Amy (área efectiva de los muros de corte en el eje y), donde $X=At/10$ por lo que:

Para el Eje X:

$$\underline{N=4} \quad Amx = - 0.0085 \times X^2 + 0.2429 \times X - 0.4091 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=8} \quad Amx = - 0.0055 \times X^2 + 0.1762 \times X + 1.5982 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=12} \quad Amx = 0.0012 \times X^2 - 0.0053 \times X + 4.1045 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=16} \quad Amx = - 0.0066 \times X^2 + 0.3585 \times X + 3.12 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=20} \quad Amx = - 0.0176 \times X^2 + 0.6598 \times X + 1.52 \quad (m^2)$$

Para el Eje Y:

$$\underline{N=4} \quad Amy = - 0.0074 \times X^2 + 0.2222 \times X - 0.1682 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=8} \quad Amy = - 0.0061 \times X^2 + 0.2169 \times X + 1.5164 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=12} \quad Amy = - 0.0042 \times X^2 + 0.1292 \times X + 3.6973 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=16} \quad Amy = - 0.0132 \times X^2 + 0.5393 \times X + 2.40 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=20} \quad Amy = - 0.0158 \times X^2 + 0.6266 \times X + 1.9855 \quad (m^2)$$

Luego de obtenido el valor de Amx o Amy , ya sea utilizando las expresiones anteriores o de los diagramas del cálculo de áreas de muros de corte (ver Fig. 4.111, 4.112), se procede a calcular el valor de las longitudes efectivas de los

muros en cada dirección, que dependerá únicamente de la elección del espesor del muro (t) que se tome. Por lo tanto una vez calculado el valor de A_{mx} o A_{my} , se procede con el siguiente esquema del cálculo de longitudes efectivas de los muros en cada dirección, según el caso en que se encuentre:

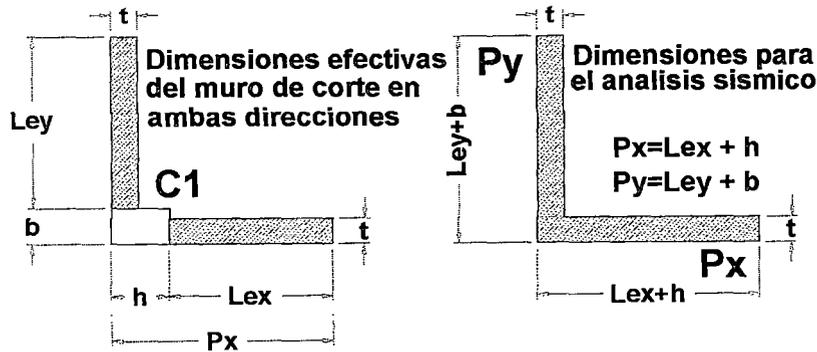
1er CASO

Calculo de la longitud efectiva en ambos ejes

$$A_{mx}/4 = L_{ex} * t \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A_{my}/4 = L_{ey} * t \text{ (m}^2\text{)}$$

Como se observa se le suma la longitud correspondiente de la columna C1 en cada dirección



2do CASO

Nota: en este caso los valores de L_{ex1} y L_{ey1} son conocidas por que se sabe los valores de los vanos en ambas direcciones donde:

$$L_{ex1} = L - (h_1 + h_2)/2$$

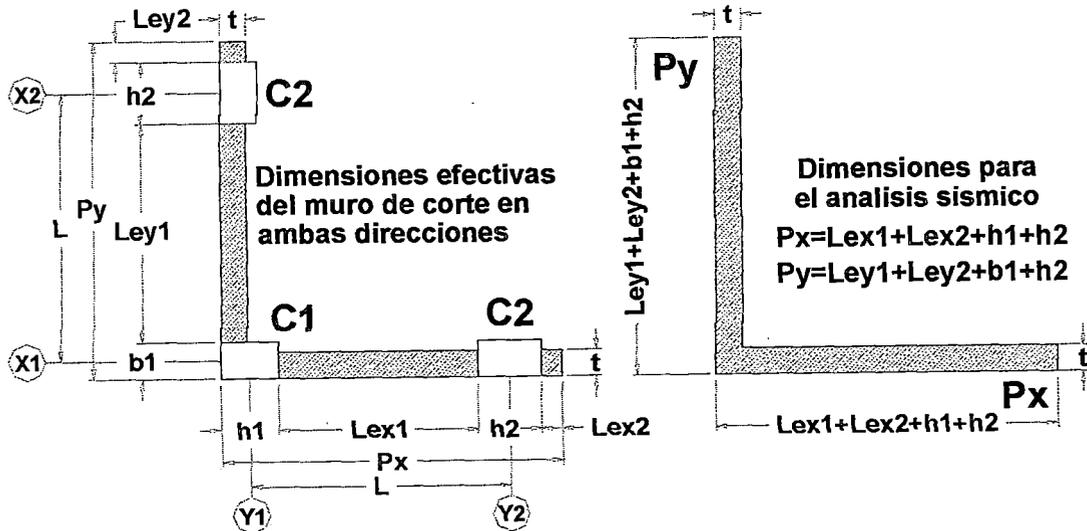
$$L_{ey1} = L - (b_1 + h_2)/2$$

Calculo de la longitud efectiva en ambos ejes

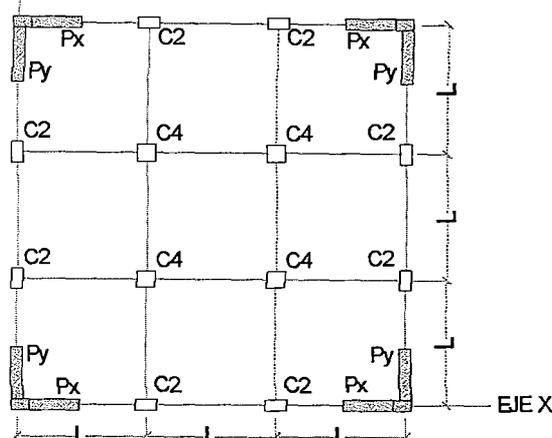
$$A_{mx}/4 = (L_{ex1} + L_{ex2}) * t \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A_{my}/4 = (L_{ey1} + L_{ey2}) * t \text{ (m}^2\text{)}$$

Como se observa se le suma la longitud correspondiente de las columnas C1 y C2 en cada dirección



EJE Y **planta TIPO I (hi=3m)**



Parametros Utilizados:

$Z = 0.4$

$U = 1.0$

$S = 1.2$

$Tp = 0.6$

$R = 6$

Expresion de las curvas:

$N=20: y = -0.0176x^2 + 0.6598x + 1.52$

$N=16: y = -0.0066x^2 + 0.3585x + 3.12$

$N=12: y = 0.0012x^2 - 0.0053x + 4.1045$

$N=8: y = -0.0055x^2 + 0.1762x + 1.5982$

$N=4: y = -0.0085x^2 + 0.2429x - 0.4091$

L en ambos ejes : entre 4 m y 6 m

Numero de pisos (N) : entre 4 y 20 pisos

$y=Amx_{(m^2)}$

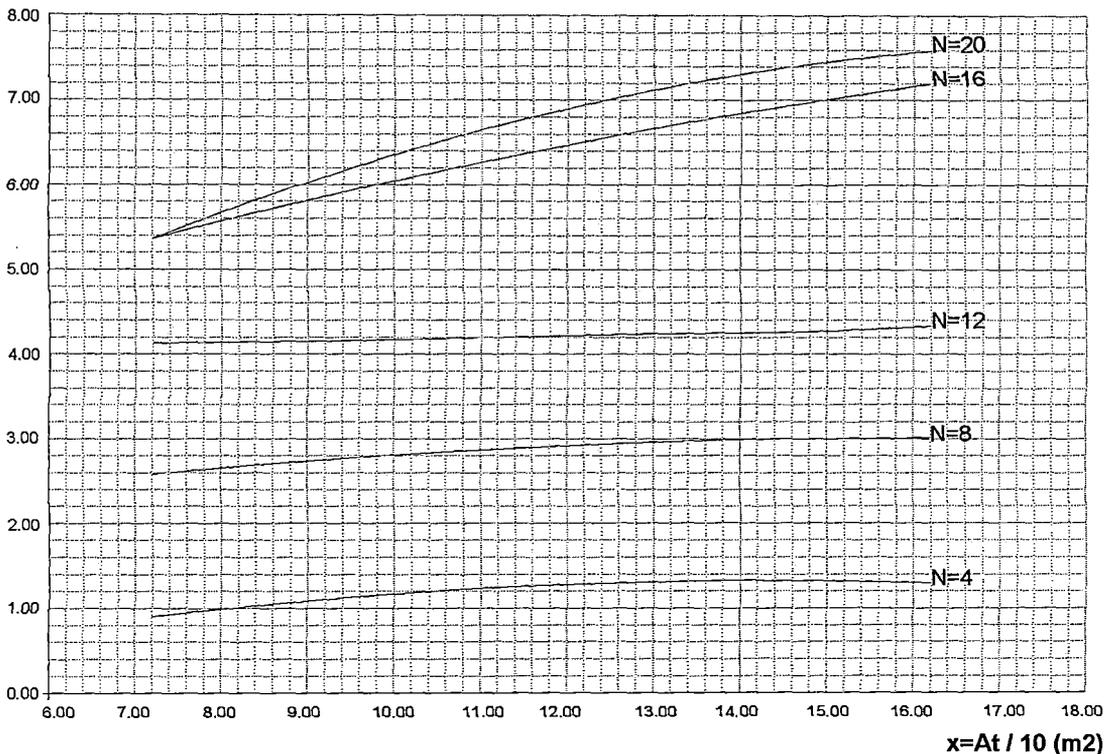
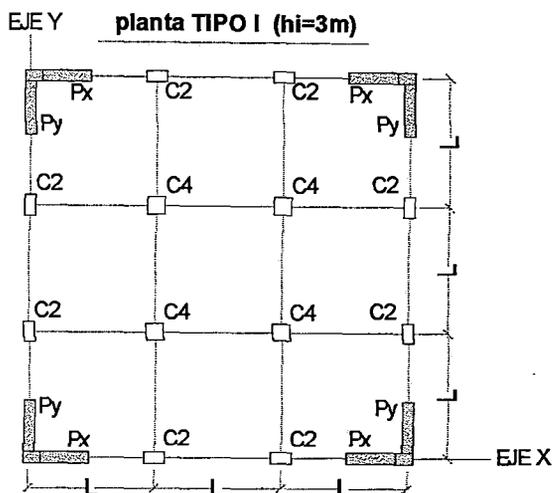


Fig. 4.111 Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (Am) para plantas del tipo I en la dirección del eje X



Parametros Utilizados:

$Z = 0.4$

$U = 1.0$

$S = 1.2$

$T_p = 0.6$

$R = 6$

Expresion de las curvas:

$N=20: y = -0.0158x^2 + 0.6266x + 1.9855$

$N=16: y = -0.0132x^2 + 0.5393x + 2.4$

$N=12: y = -0.0042x^2 + 0.1292x + 3.6973$

$N=8: y = -0.0061x^2 + 0.2169x + 1.5164$

$N=4: y = -0.0074x^2 + 0.2222x - 0.1682$

L en ambos ejes : entre 4 m y 6 m

Numero de pisos (N) : entre 4 y 20 pisos

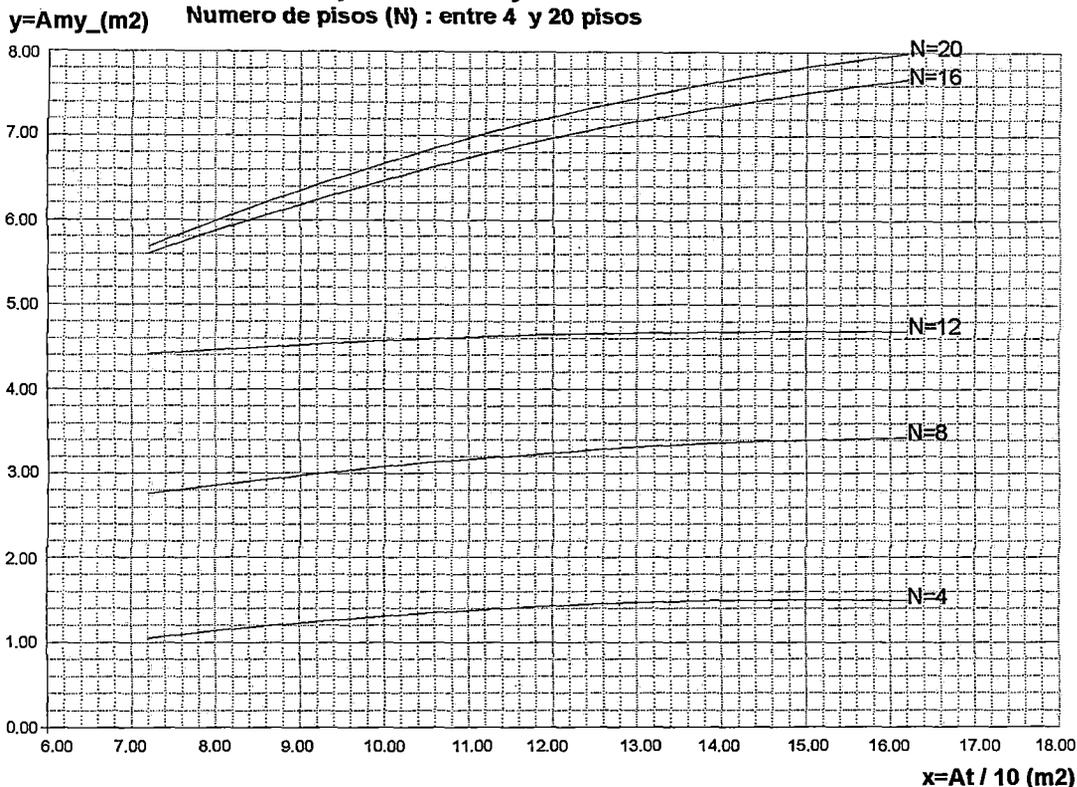


Fig. 4.112 Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo I en la dirección del eje Y

NOTA: para estructuras en donde el número de pisos no sea igual a 4, 8, 12, 16 o 20 pisos, se tendrá que interpolar una nueva curva para así poder encontrar el valor de A_m o A_{my} .

PLANTA TIPO I CA

Para estructuras donde el valor del parámetro $At/10$ (décima parte del área tributaria en m^2) se encuentra entre [7.20 ; 16.20], la altura del edificio comprende entre los 4 y 20 pisos, la altura de entrepiso es de 3 m, la planta presenta 3 vanos en cada dirección midiendo las luces entre 4 y 6 metros de longitud, con presencia de caja de ascensores en su parte central del tipo "E", donde el centro de gravedad de la caja de ascensor coincide con el centro de gravedad de la planta y el espesor de la caja de ascensores es de 25 cm para edificios de 4 a 7 pisos, de 30 cm para edificios de 8 a 11 pisos, de 35 cm para edificios de 12 a 15 pisos, de 40 cm para edificios de 16 a 20 pisos. Entonces el comportamiento de la curva del cálculo de las áreas de los muros de corte se presentará en las dos direcciones tal como sigue:

F2 se definirá ahora como A_{mx} (área efectiva de los muros de corte en el eje x) o A_{my} (área efectiva de los muros de corte en el eje y), donde $X=At/10$ por lo que:

Para el *Eje X*:

$$\underline{N=4} \quad A_{mx} = 0.0035 \times X^2 - 0.1167 \times X + 2.6082 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=8} \quad A_{mx} = -0.0251 \times X^2 + 0.7749 \times X - 2.6464 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=12} \quad A_{mx} = -0.0093 \times X^2 + 0.3005 \times X + 2.26 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=16} \quad A_{mx} = -0.0142 \times X^2 + 0.3404 \times X + 4.4836 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=20} \quad A_{mx} = -0.0279 \times X^2 + 0.8947 \times X + 1.2836 \quad (m^2)$$

Para el *Eje Y*:

$$\underline{N=4} \quad A_{my} = 1.26 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=8} \quad A_{my} = -0.0034 \times X^2 + 0.1672 \times X + 2.8145 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=12} \quad A_{my} = -0.0137 \times X^2 + 0.4176 \times X + 3.1118 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=16} \quad A_{my} = -0.0567 \times X^2 + 1.4427 \times X - 0.3673 \quad (m^2)$$

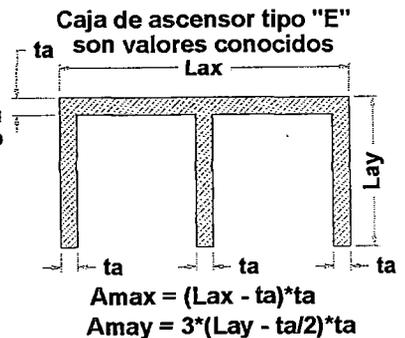
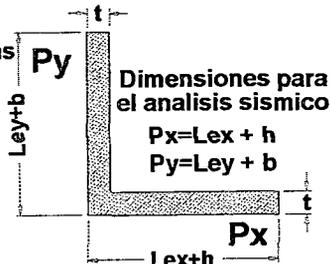
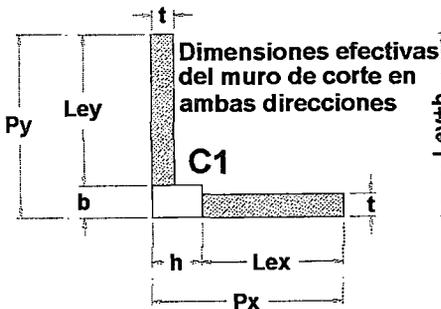
$$\underline{N=20} \quad A_{my} = -0.0412 \times X^2 + 1.2792 \times X + 0.1673 \quad (m^2)$$

Luego de obtener el valor de A_{mx} o A_{my} , ya sea utilizando las expresiones anteriores o de los diagramas (ver Fig. 4.113, 4.114), se procede a calcular el valor de las longitudes efectivas de los muros de corte, que dependerá de la elección de las dimensiones de la caja de ascensores y del espesor del muro de corte a encontrar, para luego restarle al área efectiva de los muros de corte, el área correspondiente de los muros de la caja de ascensor en la dirección de análisis, por lo que se procede de la siguiente manera según el caso en que se encuentre:

1er CASO

Calculo de la longitud efectiva en ambos ejes
 $(A_{mx}-A_{max})/4 = L_{ex} * t \text{ (m}^2\text{)}$
 $(A_{my}-A_{may})/4 = L_{ey} * t \text{ (m}^2\text{)}$

Como se observa se le suma la longitud correspondiente de la columna C1 en cada dirección



2do CASO

Nota: en este caso los valores de L_{ex1} y L_{ey1} son conocidas por que se sabe los valores de los vanos en ambas direcciones donde:

$$L_{ex1} = L - (h_1 + h_2) / 2$$

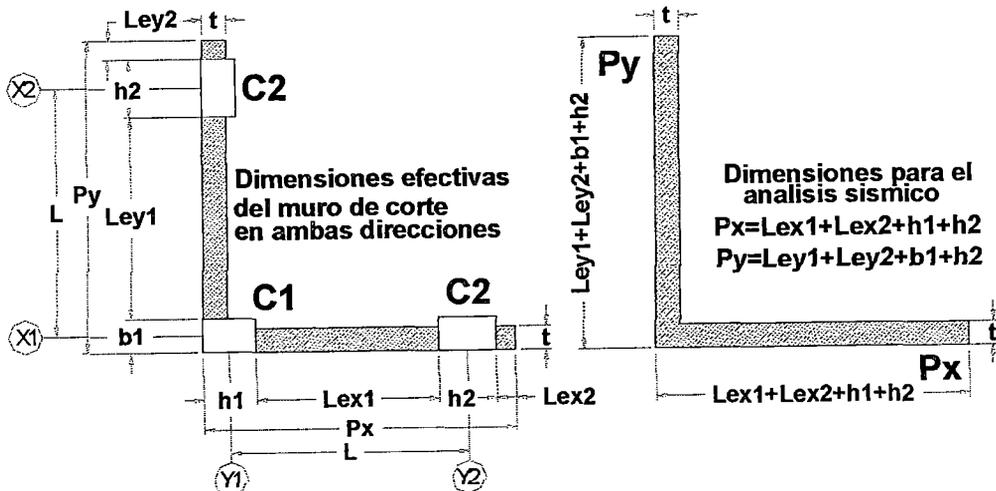
$$L_{ey1} = L - (b_1 + h_2) / 2$$

Calculo de la longitud efectiva en ambos ejes

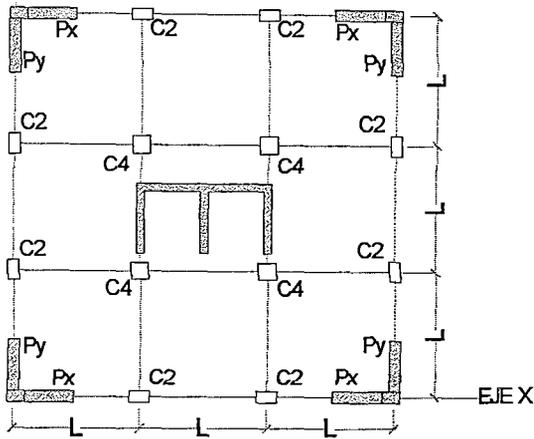
$$(A_{mx}-A_{max})/4 = (L_{ex1} + L_{ex2}) * t \text{ (m}^2\text{)}$$

$$(A_{my}-A_{may})/4 = (L_{ey1} + L_{ey2}) * t \text{ (m}^2\text{)}$$

Como se observa se le suma la longitud correspondiente de las columnas C1 y C2 en cada dirección



EJE Y **planta TIPO I CA (hi=3m)**



Parametros Utilizados:

$Z = 0.4$

$U = 1.0$

$S = 1.2$

$Tp = 0.6$

$R = 6$

Expresion de las curvas:

$N=20: y = -0.0279x^2 + 0.8947x + 1.2836$

$N=16: y = -0.0142x^2 + 0.3404x + 4.4836$

$N=12: y = -0.0093x^2 + 0.3005x + 2.26$

$N=8: y = -0.0251x^2 + 0.7749x - 2.6464$

$N=4: y = 0.0035x^2 - 0.1167x + 2.6082$

L en ambos ejes : entre 4 m y 6 m

$y=A_{mx}$ (m²) Numero de pisos (N) : entre 4 y 20 pisos

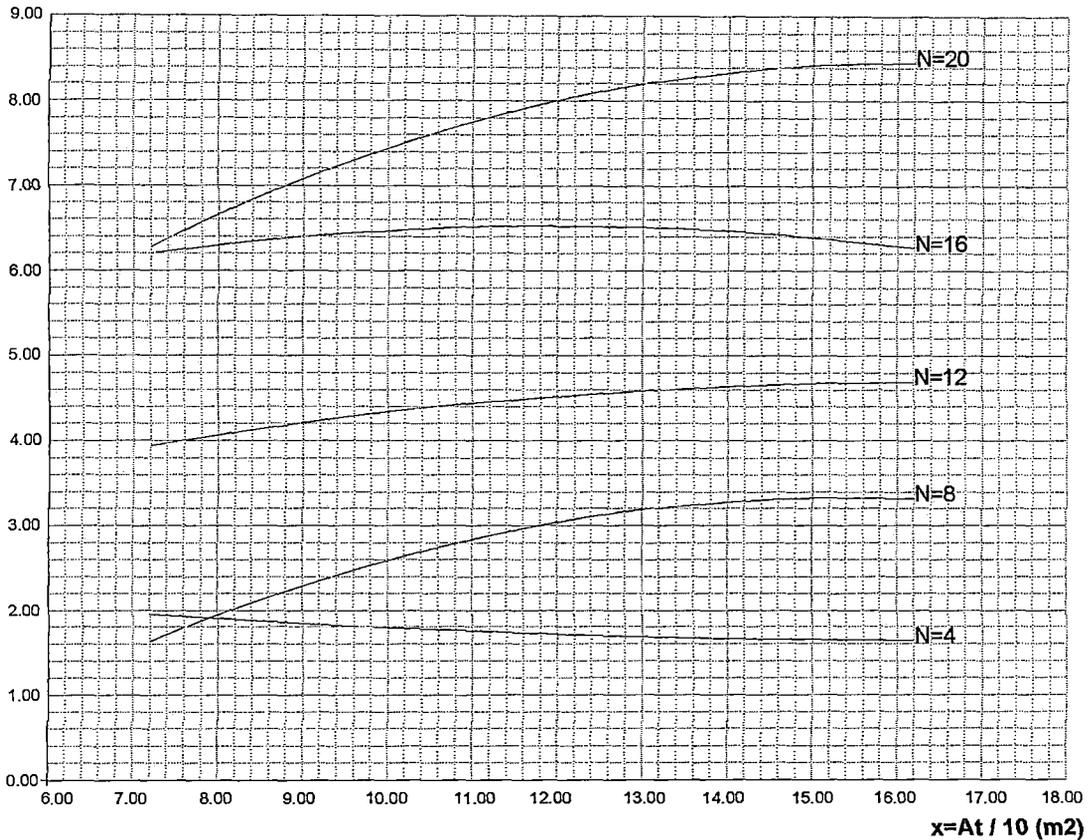
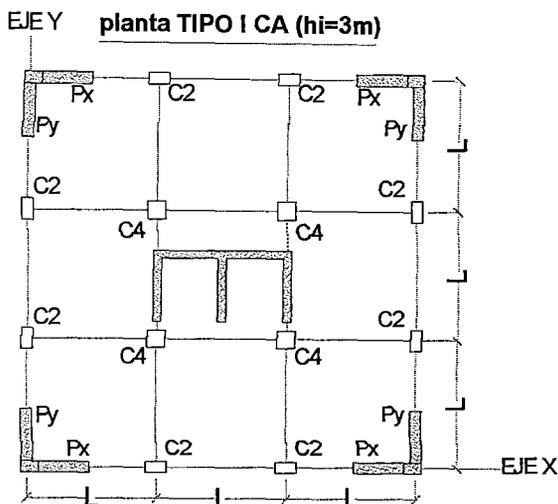


Fig. 4.113 Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo I CA en la dirección del eje X



Parametros Utilizados:

- Z = 0.4
- U = 1.0
- S = 1.2
- Tp = 0.6
- R = 6

Expresion de las curvas:

- N=20: $y = -0.0412x^2 + 1.2792x + 0.1673$
- N=16: $y = -0.0567x^2 + 1.4427x - 0.3673$
- N=12: $y = -0.0137x^2 + 0.4176x + 3.1118$
- N= 8 : $y = -0.0034x^2 + 0.1672x + 2.8145$
- N= 4 : $y = 1.26$

L en ambos ejes : entre 4 m y 6 m
 y=Amy_(m2) Numero de pisos (N) : entre 4 y 20 pisos

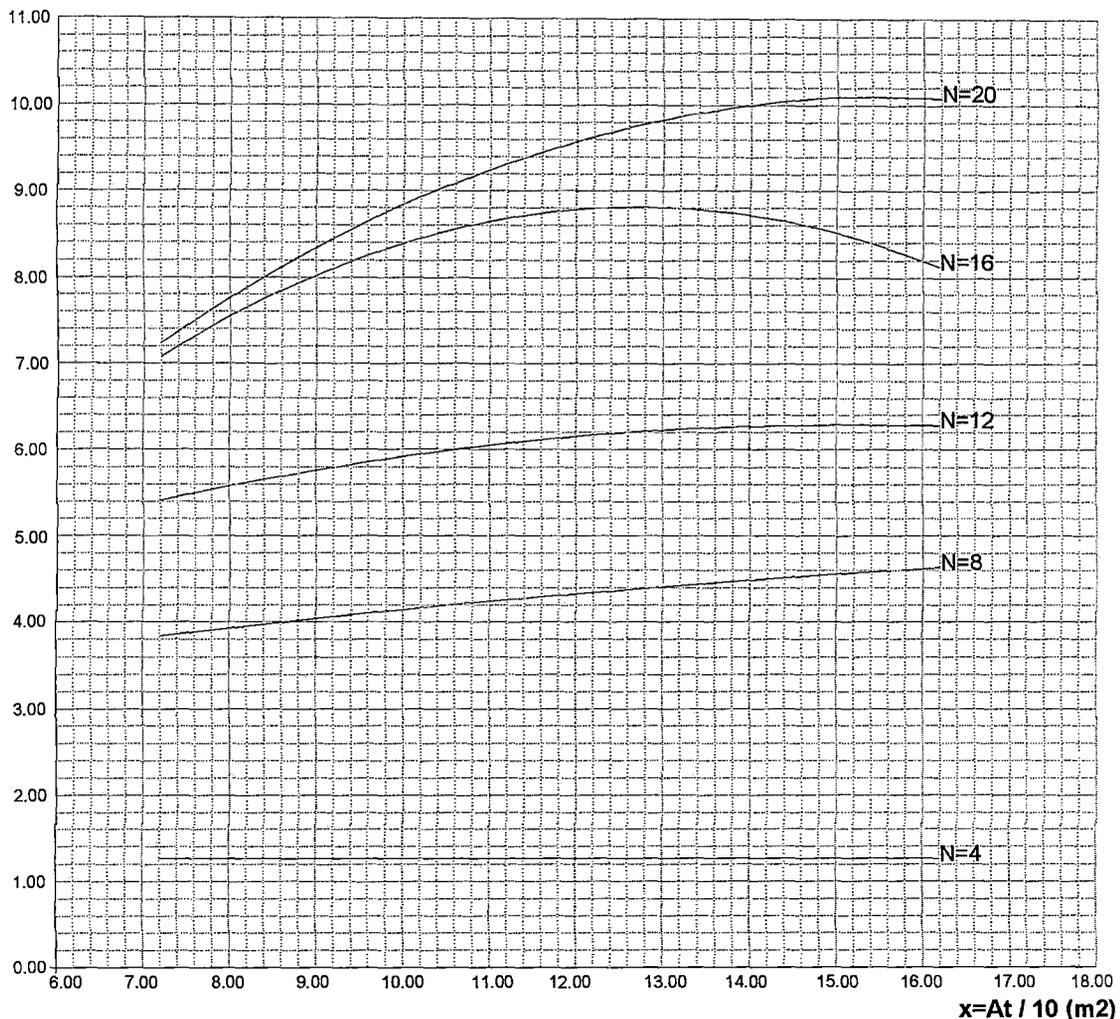


Fig. 4.114 Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (Am) para plantas del tipo I CA en la dirección del eje Y

NOTA: para estructuras en donde el número de pisos no sea igual a 4, 8, 12, 16 o 20 pisos, se tendrá que interpolar una nueva curva para así poder encontrar el valor de A_{mx} o A_{my} .

PLANTA TIPO II

Para estructuras donde el valor del parámetro $A_{t/10}$ (décima parte del área tributaria en m^2) se encuentra entre [7.20 ; 16.20], la altura del edificio comprende entre los 4 y 20 pisos, la altura de entrepiso es de 3 m, la planta presenta 3 vanos en cada dirección midiendo las luces entre 4 y 6 metros de longitud y sin presencia de caja de ascensores en su parte central, entonces el comportamiento de la curva del cálculo de las áreas de los muros de corte se presentará en las dos direcciones tal como sigue:

F2 se definirá ahora como A_{mx} (área efectiva de los muros de corte en el eje x) o A_{my} (área efectiva de los muros de corte en el eje y), donde $X=A_{t/10}$ por lo que:

Para el **Eje X:**

$$\underline{N=4} \quad A_{mx} = - 0.0079 \times X^2 + 0.2561 \times X + 0.1136 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=8} \quad A_{mx} = - 0.0045 \times X^2 + 0.2606 \times X + 1.6564 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=12} \quad A_{mx} = - 0.0058 \times X^2 + 0.3137 \times X + 2.03 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=16} \quad A_{mx} = - 0.0130 \times X^2 + 0.4368 \times X + 2.6473 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=20} \quad A_{mx} = - 0.0186 \times X^2 + 0.6387 \times X + 1.7236 \quad (m^2)$$

Para el **Eje Y:**

$$\underline{N=4} \quad A_{my} = - 0.0079 \times X^2 + 0.2561 \times X + 0.1636 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=8} \quad A_{my} = - 0.0045 \times X^2 + 0.2606 \times X + 1.6564 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=12} \quad A_{my} = - 0.0023 \times X^2 + 0.2320 \times X + 2.5073 \quad (m^2)$$

$$\underline{N=16} \quad A_{my} = - 0.0141 \times X^2 + 0.4669 \times X + 2.5273 \quad (m^2)$$

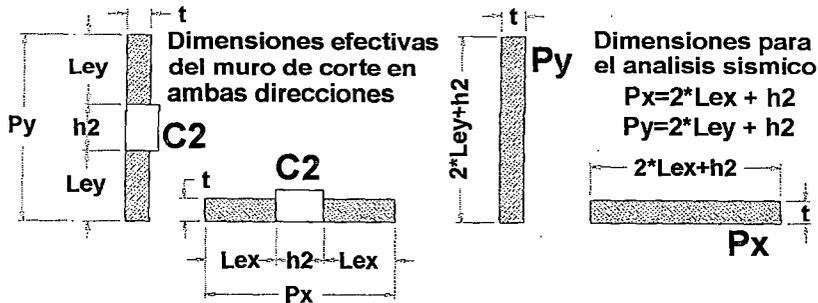
$$\underline{N=20} \quad A_{my} = - 0.0195 \times X^2 + 0.6552 \times X + 1.7309 \quad (m^2)$$

Luego obtenido el valor de A_{mx} o A_{my} , ya sea utilizando las expresiones anteriores o de los diagramas (ver Fig. 4.115, 4.116), se procede a calcular el valor de las longitudes efectivas de los muros, que dependerá de la elección del espesor del muro que se tome, luego se procede de la siguiente manera según el caso en que se encuentre:

1er CASO

Calculo de la longitud efectiva en ambos ejes
 $A_{mx}/8 = L_{ex} * t$ (m²)
 $A_{my}/8 = L_{ey} * t$ (m²)

Como se observa se le suma la longitud correspondiente de la columna C2 en cada direccion



2do CASO

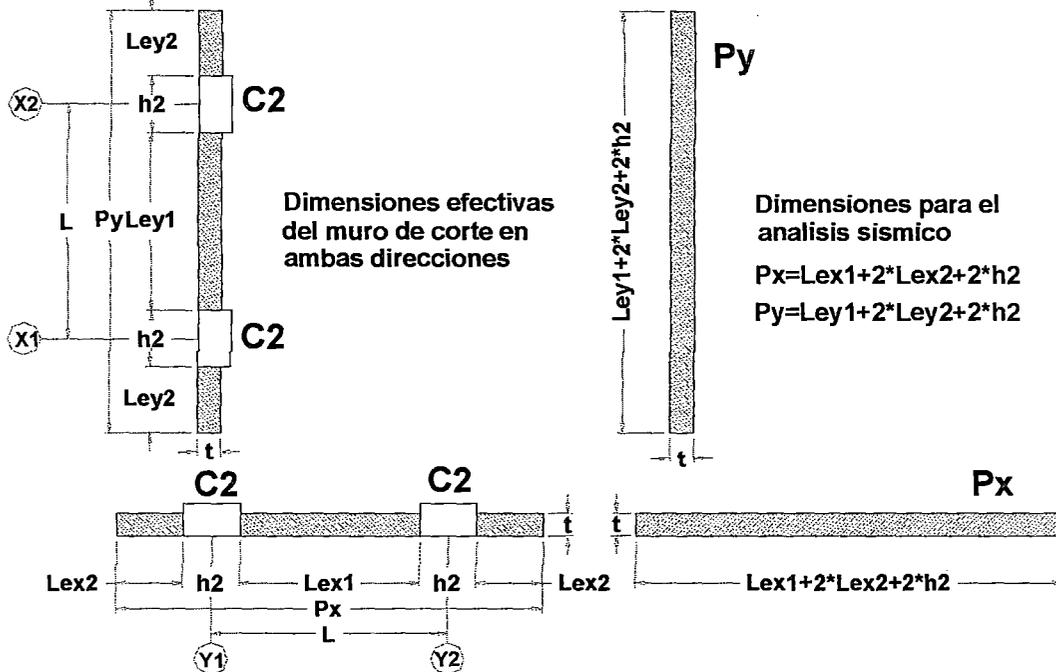
Nota: en este caso los valores de L_{ex1} y L_{ey1} son conocidas por que se sabe los valores de los vanos en ambas direcciones donde:

$$L_{ex1} = L - h_2/2$$

$$L_{ey1} = L - h_2/2$$

Calculo de la longitud efectiva en ambos ejes
 $A_{mx}/2 = (L_{ex1} + 2 * L_{ex2}) * t$ (m²)
 $A_{my}/2 = (L_{ey1} + 2 * L_{ey2}) * t$ (m²)

Como se observa se le suma la longitud correspondiente de las dos columnas C2 en cada direccion



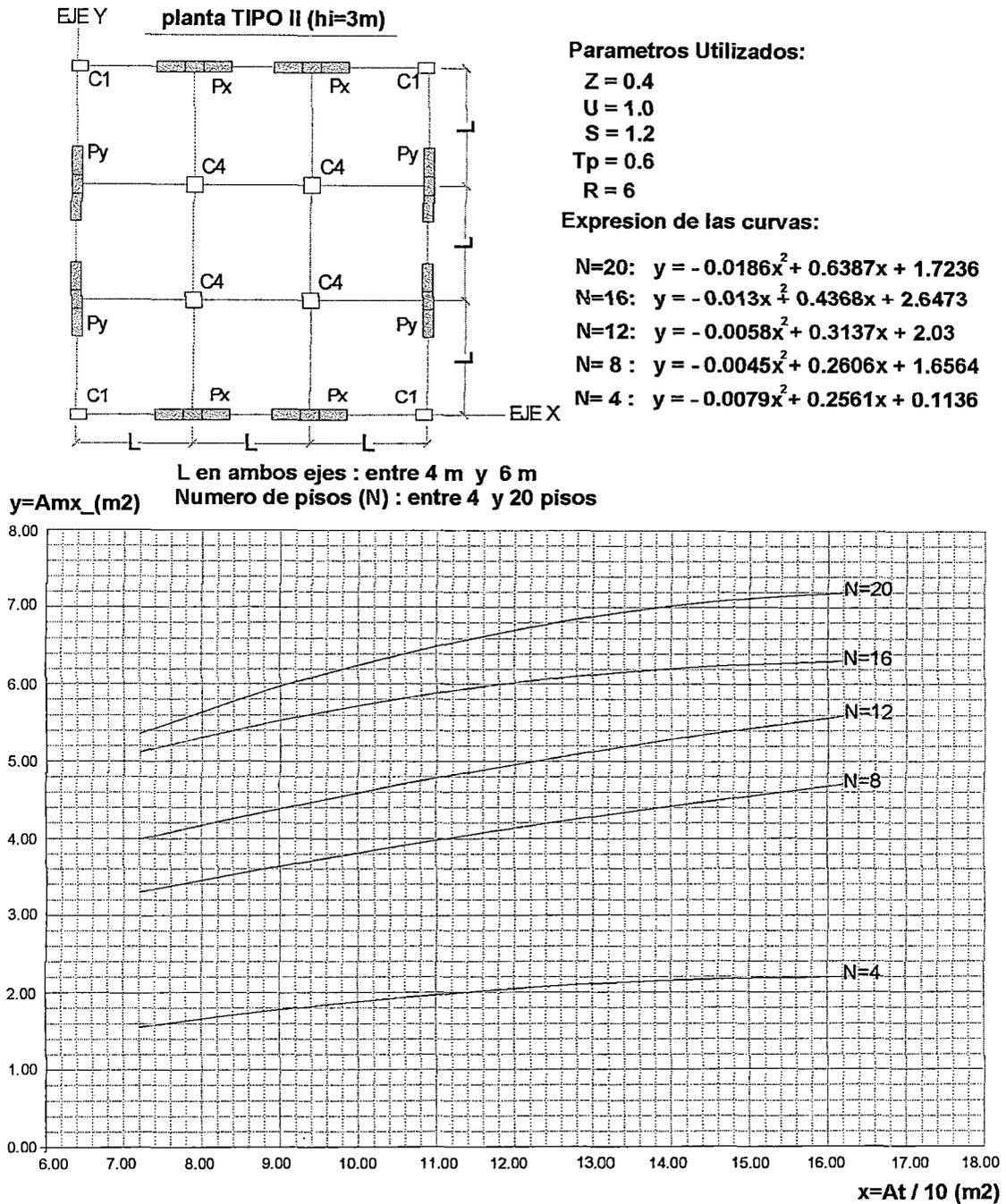


Fig. 4.115 Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo II en la dirección del eje X

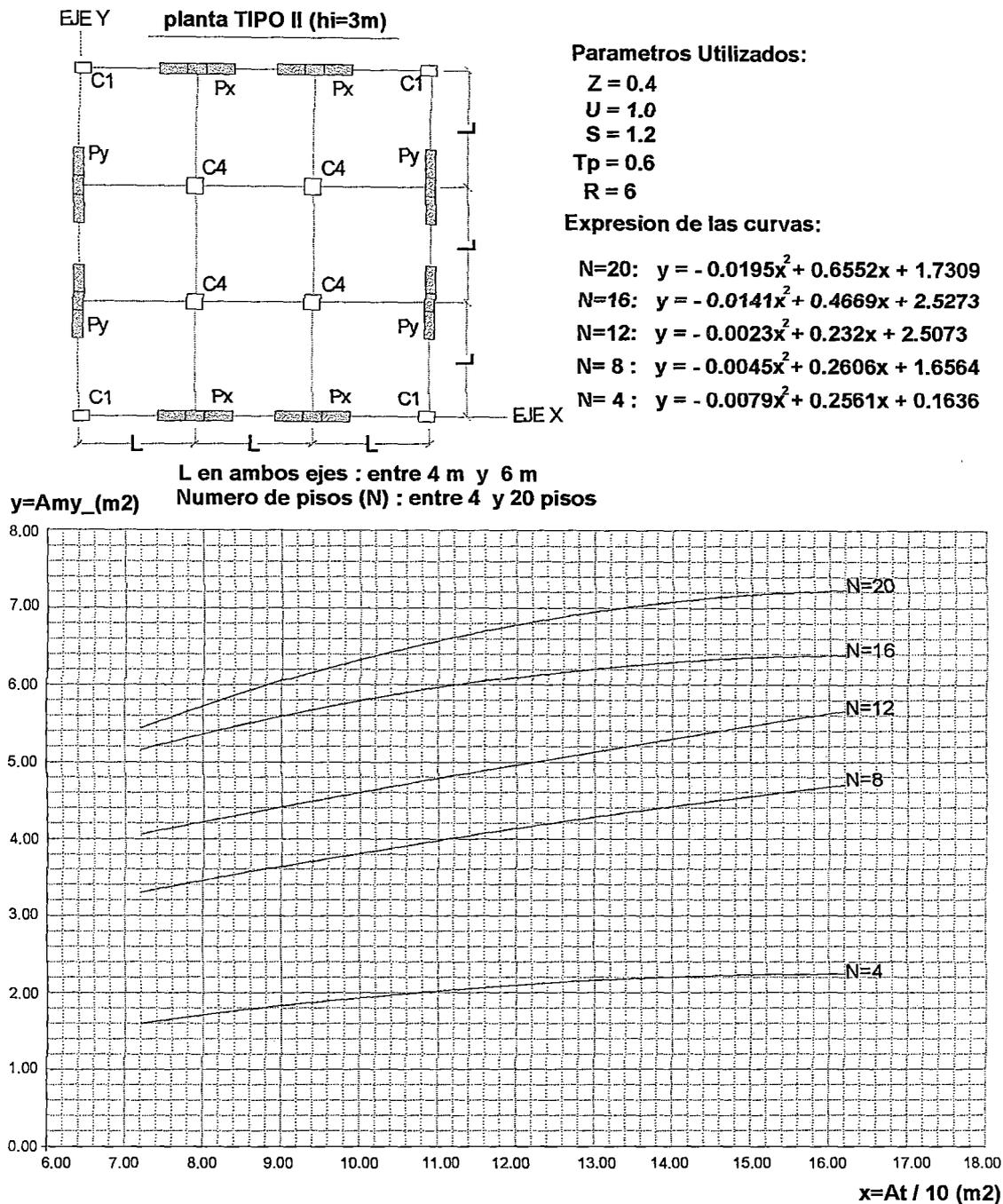


Fig. 4.116 Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo II en la dirección del eje Y

NOTA: para estructuras en donde el número de pisos no sea igual a 4, 8, 12, 16 o 20 pisos, se tendrá que interpolar una nueva curva para así poder encontrar el valor de A_{mx} o A_{my} .

PLANTA TIPO II CA

Para estructuras donde el valor del parámetro $A_t/10$ (décima parte del área tributaria en m^2) se encuentra entre [7.20 ; 16.20] , la altura del edificio comprende entre los 4 y 20 pisos, la altura de entrepiso es de 3 m, la planta presenta 3 vanos en cada dirección midiendo las luces entre 4 y 6 metros de longitud, con presencia de caja de ascensores en su parte central del tipo "E", donde el centro de gravedad de la caja de ascensor coincide con el centro de gravedad de la planta y el espesor de la caja de ascensores es de 25 cm para edificios de 4 a 7 pisos, de 30 cm para edificios de 8 a 11 pisos, de 35 cm para edificios de 12 a 15 pisos, de 40 cm para edificios de 16 a 20 pisos. Entonces el comportamiento de la curva del cálculo de las áreas de los muros de corte se presentará en las dos direcciones tal como sigue:

F2 se definirá ahora como $A_{mx}(TIICA)$ (área de los muros de corte de las plantas del tipo II con ascensor en la dirección x) o $A_{my}(TIICA)$ (área de los muros de corte de las plantas del tipo II con ascensor en la dirección y) , según:

$F2x = A_{mx}(Tipo II) + A_{max}$ en general para edificios en la dirección del eje x

$F2y = A_{may}$ solo para edificios de 4, 5 y 6 pisos en la dirección del eje y

$F2y = A_{my}(Tipo II) + A_{may}$ para edificios de 7 pisos a más en la dirección del eje y

Donde:

$A_{mx}(Tipo II)$: área de muros de corte de la planta tipo II sin ascensor en la dirección del eje x. (se obtiene de la curva F2 para plantas del tipo II eje x)

$A_{my}(Tipo II)$: área de muros de corte de la planta tipo II sin ascensor en la dirección del eje y. (se obtiene de la curva F2 para plantas del tipo II eje y)

A_{max} : área de muros que pertenece a la caja de ascensor tipo "E" en la dirección del eje x.

Amay: área de muros que pertenece a la caja de ascensor tipo "E" en la dirección del eje y.

Como se observa para el cálculo del área efectiva de los muros de corte para las plantas del *tipo II CA*, en la dirección del eje x solo es necesario calcular el área efectiva de los muros para plantas del *tipo II* sin ascensor, ya que no es indispensable en el cálculo la presencia de los muros de la caja de ascensor, porque se supone que esta presente en el centro de la planta, del mismo modo sucede para edificios de 7 pisos a más en la dirección del eje y. En cambio para edificios de 4, 5 y 6 pisos el cálculo del área efectiva de los muros en la dirección del eje y, si es necesario la presencia de la caja de ascensor en el cálculo del área efectiva de los muros de corte para este tipo de plantas. Entonces luego de obtener el valor de A_{mx} o A_{my} de los diagramas para plantas del *tipo II* sin ascensor (Fig. 4.115 y 4.116) y elegido la caja de ascensor, se sigue los procedimientos del cálculo de las longitudes efectivas de los muros, mencionadas anteriormente para plantas del tipo II.

PLANTA TIPO III

Para estructuras donde el valor del parámetro $A_t/10$ (décima parte del área tributaria en m^2) se encuentra entre [7.20 ; 16.20] , la altura del edificio comprende entre los 4 y 20 pisos, la altura de entrepiso es de 3 m, la planta presenta 3 vanos en cada dirección midiendo las luces entre 4 y 6 metros de longitud y sin presencia de caja de ascensores en su parte central, entonces el comportamiento de la curva del cálculo de las áreas de los muros de corte se presentará en las dos direcciones tal como sigue:

F2 se definirá ahora como A_{mx} (área efectiva de los muros de corte en el eje x) o A_{my} (área efectiva de los muros de corte en el eje y), donde $X=A_t/10$ por lo que:

Para el *Eje X*:

$$N=4 \quad A_{mx} = - 0.0145 \times X^2 + 0.4274 \times X - 0.4773 \quad (m^2)$$

$$N=8 \quad A_{mx} = 0.0513 \times X^2 - 1.0211 \times X + 8.4709 \quad (m^2)$$

$$N=12 \quad A_{mx} = - 0.0045 \times X^2 + 0.3084 \times X + 2.3545 \quad (m^2)$$

$$N=16 \quad A_{mx} = - 0.0074 \times X^2 + 0.4127 \times X + 2.5309 \quad (m^2)$$

$$N=20 \quad A_{mx} = - 0.0176 \times X^2 + 0.6598 \times X + 1.28 \quad (m^2)$$

Para el *Eje Y*:

$$N=4 \quad A_{my} = - 0.0133 \times X^2 + 0.4067 \times X - 0.2364 \quad (m^2)$$

$$N=8 \quad A_{my} = 0.0510 \times X^2 - 1.0007 \times X + 8.52 \quad (m^2)$$

$$N=12 \quad A_{my} = - 0.0100 \times X^2 + 0.4429 \times X + 1.9473 \quad (m^2)$$

$$N=16 \quad A_{my} = - 0.0140 \times X^2 + 0.5935 \times X + 1.8109 \quad (m^2)$$

$$N=20 \quad A_{my} = - 0.0158 \times X^2 + 0.6266 \times X + 1.7455 \quad (m^2)$$

Luego de obtenido el valor de A_{mx} o A_{my} , ya sea utilizando las expresiones anteriores o de los diagramas del cálculo de áreas de muros de corte (ver Fig. 4.117, 4.118), se procede a calcular el valor de las longitudes efectivas de los muros en cada dirección, que dependerá únicamente de la elección del espesor del muro (t) que se tome. Para estructuras que tengan un número de pisos diferente a las que se presento anteriormente, entonces se procederá a interpolar las curvas según el número de pisos en que se encuentre. Por lo tanto una vez calculado el valor de A_{mx} o A_{my} , se procede con el siguiente esquema del cálculo de longitudes efectivas de los muros en cada dirección, según el caso en que se encuentre:

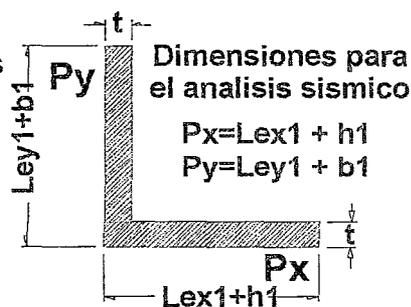
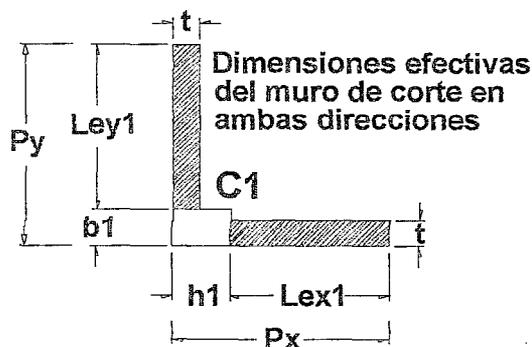
MUROS UBICADOS EN LAS ESQUINAS

Se sabe que:

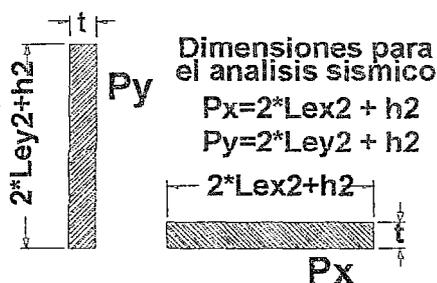
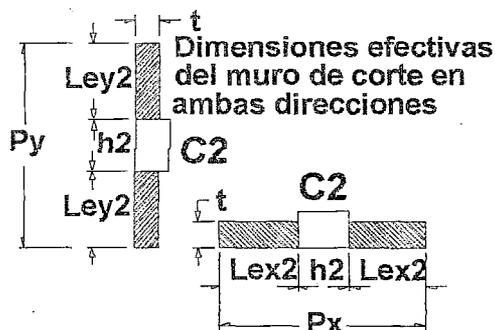
$$2 \cdot Lex2 + h2 = Lex1 + h1$$

$$2 \cdot Ley2 + h2 = Ley1 + b1$$

Como se observa se le suma la longitud correspondiente de la columna C1 en cada direccion



MUROS UBICADOS EN LOS COSTADOS



Calculo de la longitud efectiva en ambos ejes

$$Lex1 = Amx / (8 \cdot t) + (h2 - h1) / 2$$

$$Lex2 = Amx / (16 \cdot t) - (h2 - h1) / 4$$

$$Ley1 = Amy / (8 \cdot t) + (h2 - b1) / 2$$

$$Ley2 = Amy / (16 \cdot t) - (h2 - b1) / 4$$

Como se observa se le suma la longitud correspondiente de la columna C2 en cada direccion

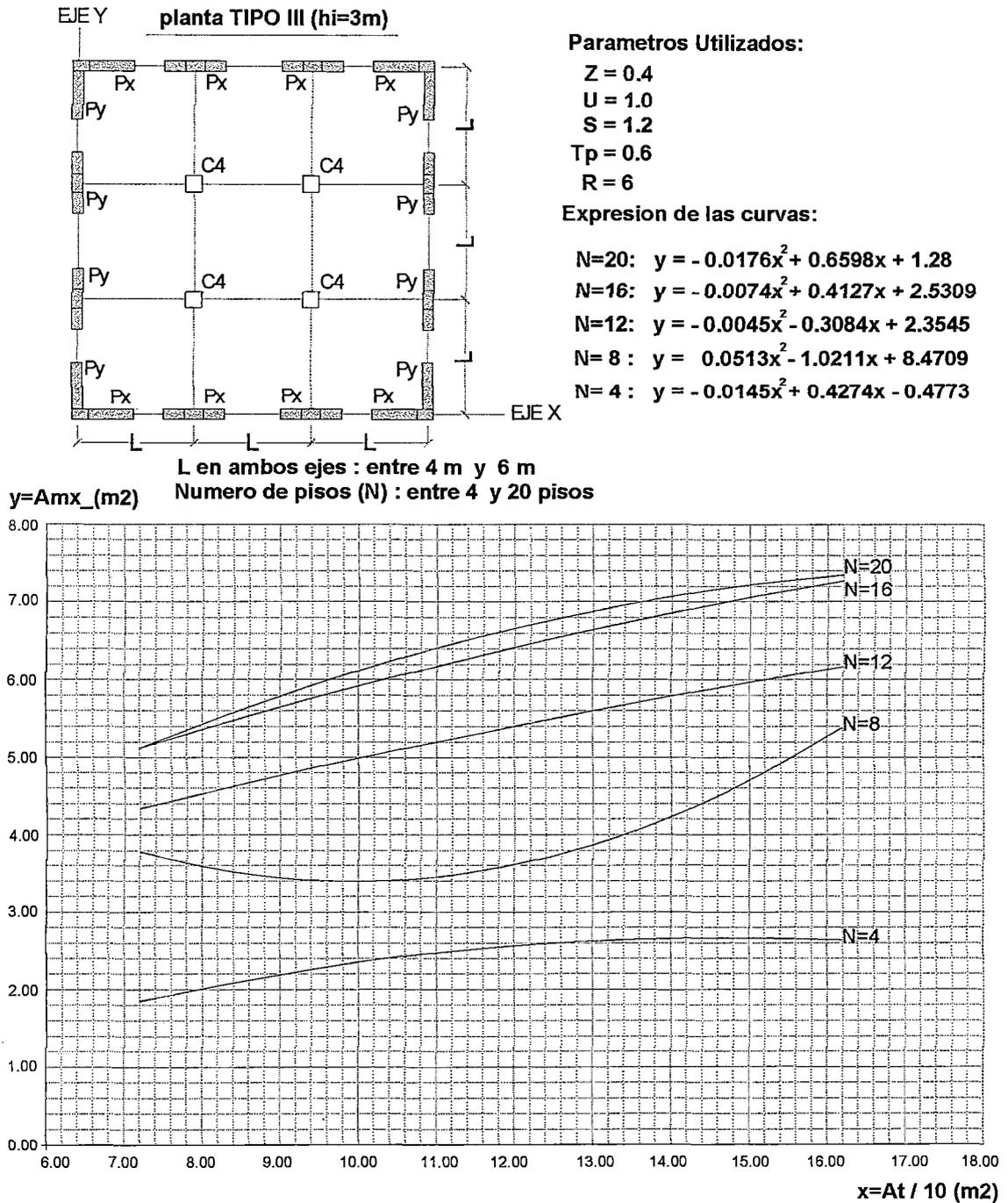


Fig. 4.117 Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (Am) para plantas del tipo III en la dirección del eje X

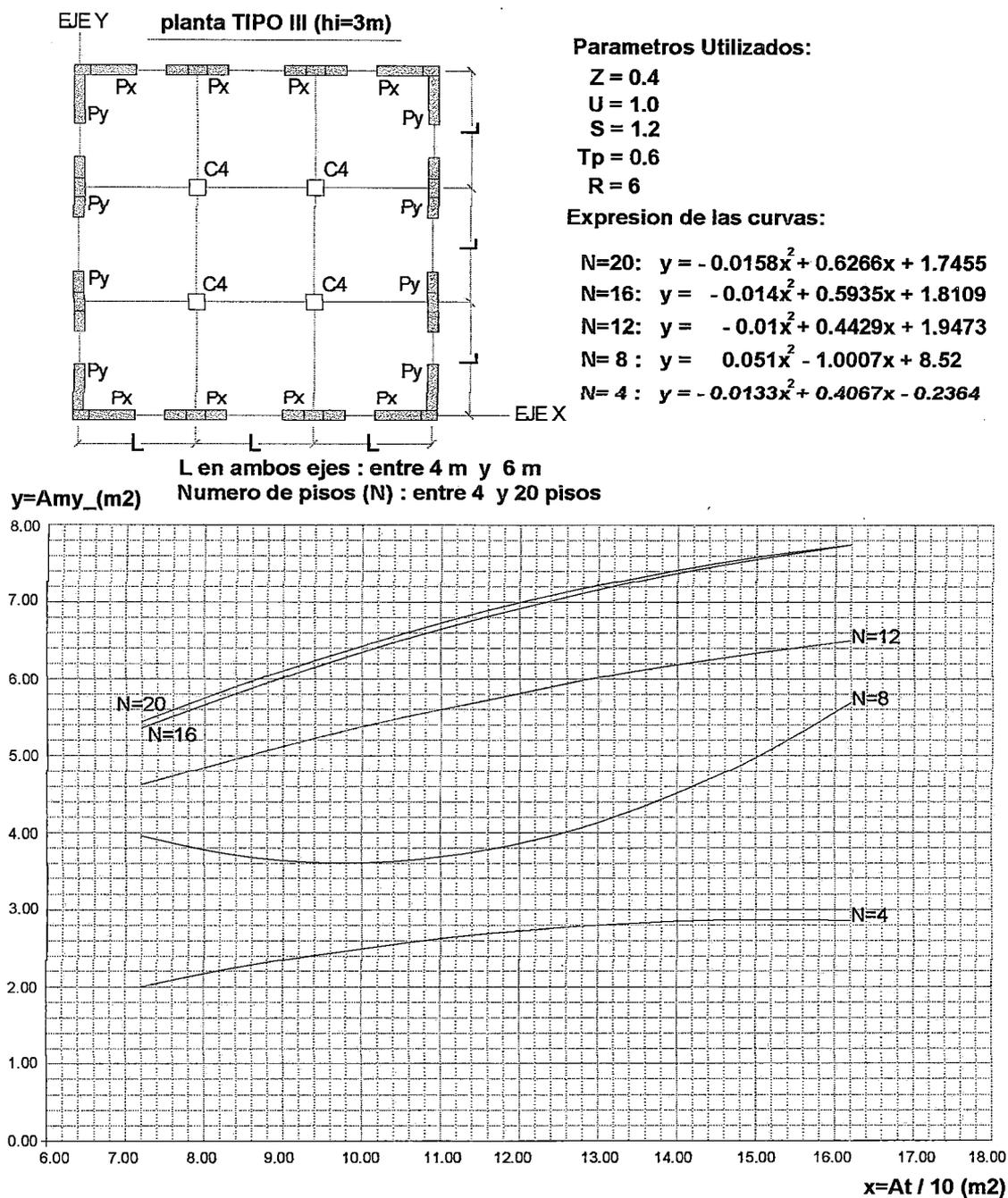


Fig. 4.118 Diagrama del cálculo de las áreas efectivas de los muros de corte (A_m) para plantas del tipo III en la dirección del eje Y

PLANTA TIPO III CA

Para estructuras donde el valor del parámetro $A_{t/10}$ (décima parte del área tributaria en m^2) se encuentra entre [7.20 ; 16.20] , la altura del edificio comprende entre los 4 y 20 pisos, la altura de entrepiso es de 3 m, la planta presenta 3 vanos en cada dirección midiendo las luces entre 4 y 6 metros de longitud, con presencia de caja de ascensores en su parte central del tipo "E", donde el centro de gravedad de la caja de ascensor coincide con el centro de gravedad de la planta y el espesor de la caja de ascensores es de 25 cm para edificios de 4 a 7 pisos, de 30 cm para edificios de 8 a 11 pisos, de 35 cm para edificios de 12 a 15 pisos, de 40 cm para edificios de 16 a 20 pisos. Entonces el comportamiento de la curva del cálculo de las áreas de los muros de corte se presentará en las dos direcciones tal como sigue:

F2 se definirá ahora como $A_{mx}(TIII CA)$ (área de los muros de corte de las plantas del tipo III con ascensor en la dirección x) o $A_{my}(TIII CA)$ (área de los muros de corte de las plantas del tipo III con ascensor en la dirección y) , según:

$F2x = A_{mx}(Tipo III) + A_{max}$ en general para edificios en la dirección del eje x

$F2y = A_{my}$ solo para edificios de 4, 5 y 6 pisos en la dirección del eje y

$F2y = A_{my}(Tipo III) + A_{may}$ para edificios de 7 pisos a más en la dirección del eje y

Donde:

$A_{mx}(Tipo III)$: área de muros de corte de la planta tipo III sin ascensor en la dirección del eje x. (se obtiene de la curva F2 para plantas del tipo III eje x)

$A_{my}(Tipo III)$: área de muros de corte de la planta tipo III sin ascensor en la dirección del eje y. (se obtiene de la curva F2 para plantas del tipo III eje y)

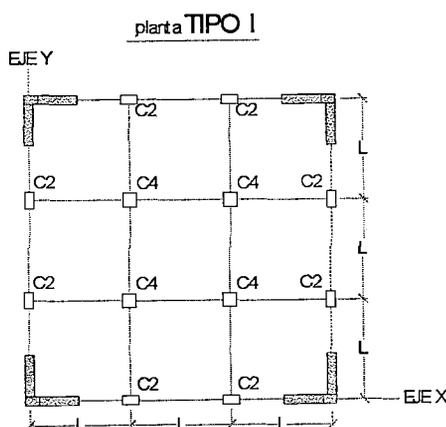
A_{max}: área de muros de la caja de ascensor tipo "E" en la dirección del eje x.

A_{may}: área de muros de la caja de ascensor tipo "E" en la dirección del eje y.

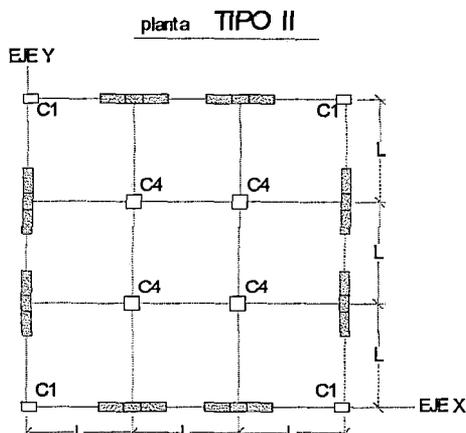
Como se observa para el cálculo del área efectiva de los muros de corte para las plantas del *tipo III CA*, en la dirección del eje x solo es necesario calcular el área efectiva de los muros para plantas del *tipo III* sin ascensor, ya que no es indispensable en el cálculo la presencia de los muros de la caja de ascensor, porque este se supone que esta presente en el centro de la planta, del mismo modo sucede para edificios de 7 pisos a más en la dirección del eje y. En cambio para edificios de 4, 5 y 6 pisos el cálculo del área efectiva de los muros en la dirección del eje y, si es necesario la presencia de la caja de ascensor en el cálculo del área efectiva de los muros de corte para este tipo de plantas. Entonces luego de obtener el valor de A_{mx} o A_{my} de los diagramas para plantas del *tipo III* sin ascensor (Fig. 4.117 y 4.118) y elegido la caja de ascensor, se sigue los procedimientos para el cálculo de las longitudes efectivas de los muros, del mismo modo que para plantas del tipo II.

CONCLUSIONES

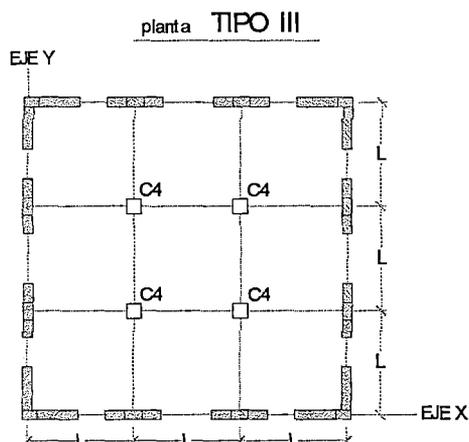
- ❖ Del análisis sísmico realizado a las estructuras, el objetivo no solo fue encontrar una curva que se aproxime al comportamiento de la densidad de los muros corte en cada dirección, si no también trajo consigo la importancia de saber ubicar los muros resistentes a sismos en el perímetro de las plantas, confirmando una vez más, que mientras mas lejos están estos muros del núcleo del edificio, mejor será el comportamiento de la estructura, para efectos de torsión en planta y de resistencia ante fuerzas laterales. Al haber realizado la comparación entre los tres tipos de plantas estudiadas como son las plantas del *TIPO I*, *TIPO II* y *TIPO III*, se observó que la ubicación de los muros de corte en el perímetro de la planta, tiene una estrecha relación importante con el parámetro de esbeltez de la estructura, por lo que podemos afirmar lo siguiente:
 - Si el parámetro de esbeltez H/L es menor que 2.5, entonces la ubicación eficiente de los muros de corte es la que pertenece a las plantas del *TIPO I*.



- Si el parámetro de esbeltez H/L es mayor o igual que **2.5** y menor o igual que **4.0**, entonces la ubicación eficiente de los muros de corte es la que pertenece a las plantas del **TIPO II**.



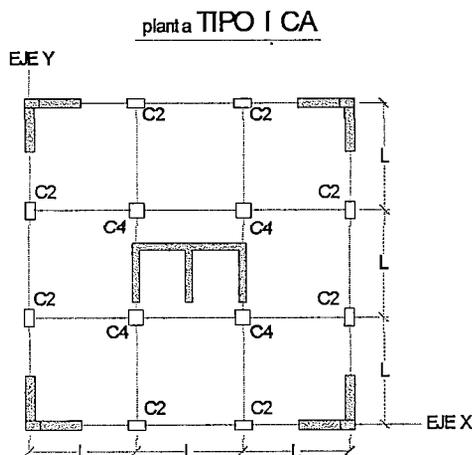
- Si el parámetro de esbeltez H/L es mayor que **4.0**, entonces la ubicación eficiente es la que pertenece a las plantas del **TIPO III**, pero añadiendo que si el parámetro H/L es bastante cercano a **4.0**, la ubicación idónea que también se podría usar es la que pertenece a las plantas del **TIPO II**.



Llámesse ubicación eficiente de los muros de corte en planta, al tipo de ubicación que presenta la menor área de muros de corte en comparación

con los demás tipos, por lo tanto la estructura presentará menor peso o sea menor cantidad de concreto, controlando además los desplazamientos laterales de la estructura. Y es que un edificio cualquiera tendrá un buen comportamiento sísmico, cuando el peso del mismo sea lo más ligero posible sin perjudicar su resistencia, esto no quiere decir que no se podrá utilizar los otros tipos de ubicación de muros en planta a cualquier estructura.

- ❖ En lo que se refiere a las cortantes en las bases de las estructuras, que se obtuvieron del análisis sísmico estático y dinámico, haciendo la comparación entre las plantas del *TIPO I*, *TIPO II* y *TIPO III* se observa que la relación estrecha entre el parámetro de esbeltez de la estructura y el tipo de ubicación de los muros de corte en planta, esta ligada también con los valores de las cortantes en la base de las estructuras analizadas. Esto quiere decir que dependiendo del parámetro de esbeltez de la estructura, se puede elegir el tipo de ubicación de los muros en planta, que asegura además que la estructura tenga una cortante basal mínima con respecto a los demás tipo de ubicación de muros a escoger. A su vez haciendo la comparación entre las plantas del *TIPO I*, *TIPO I CA*, *TIPO II* y *TIPO III*, se observa que a partir de edificios de 8 pisos de altura, el valor del cortante estático es mayor que el cortante dinámico en la base de la estructura, esto por supuesto después de haber controlado previamente los desplazamientos laterales de la estructura.



- ❖ Del estudio realizado a las estructuras con diferentes tipos de ubicación de muros de corte en planta, se afirma que utilizando cualquier tipo de las plantas estudiadas, estas presentan un buen comportamiento de resistencia a fuerzas laterales y de torsión. Además analizando el área transversal resistente en planta (A_{tr}), como el de columnas y en su mayor parte los muros estructurales, haciendo una comparación entre el área de columnas (A_c) y el área total de los muros (A_{mt}) empleados en el análisis, se observó que al aumentar el área de la planta y la altura del edificio, el área de columnas crece también conjuntamente con el área de los muros calculada con el propósito de controlar los desplazamientos de la estructura. Llegando al menos a ser igual al área de muros del *tipo I*, inclusive a ser mayor que el área de muros del *tipo II*, e igual al área de muros del *tipo III* para una estructura de 20 pisos de altura y área de planta igual a 324 m². Teniendo en cuenta que el área de columnas de los modelos analizados, han sido dimensionadas para soportar cargas de servicio y no para controlar desplazamientos, se observa que de todas maneras aportan en el control de los desplazamientos laterales y que si no se incluían muros de corte en la planta de la estructura, estas columnas serían demasiadas robustas.
- ❖ Como se ha observado en este trabajo, la ubicación de la caja de ascensores y/o escaleras en el núcleo del edificio, genera problemas de torsión en planta, y que ha sido bastante tedioso controlar los desplazamientos de la estructura, ubicando los muros de corte en el perímetro de la planta, para que estén por debajo de lo que especifica la norma, aun haciendo coincidir el centro de gravedad de la caja de ascensores con el centro de gravedad de la planta. Esto lleva a mencionar que si la ubicación de la caja de ascensores hubiera sido otra, distinta a lo ideal que sería de ubicarla en el núcleo, se haría más difícil la búsqueda de un comportamiento adecuado de la estructura ante sismos, porque no solo buscaríamos que se controle los desplazamientos, si no también buscar que la excentricidad no exceda los parámetros establecidos para el control de la distorsión en planta, por lo que la estructura se definiría como irregular por más que la geometría sea simétrica.

- ❖ De las diferentes pruebas realizadas a estructuras con diferentes altura de pisos y área simétrica en planta, esto con el fin de observar el error en aproximación que presenta la curva **Am (F2)** al cálculo de áreas de los muros de corte, según el tipo de ubicación de estos muros, se observó que para las plantas analizadas en este estudio como son las del *TIPO I*, *TIPO I CA*, *TIPO II* y *TIPO III*, se tiene que en más del 40% de las estructuras pertenecientes a las pruebas N°1 y N°2, presentaron un error en aproximación inferior al 5%, para más del 25% presentaron un error inferior al 15% y menos del 15% fue superior al 15%, por lo que la curva **Am (F2)** presenta buena aproximación al cálculo de las áreas de los muros de corte en planta en ambas direcciones. Para las plantas del *TIPO II CA* y *TIPO III CA* en la dirección del "eje x", la curva **F2** se muestra conservadora, en la dirección del "eje y" la planta del *TIPO II CA* presenta buena aproximación, en cambio la planta del *TIPO III CA* se muestra conservadora. Con el fin de observar la utilización de la curva **F2** al cálculo de áreas de los muros de corte para estructuras con plantas no simétricas, como son las plantas de forma rectangular, se realizó la prueba N°3 a todos los tipos de plantas analizadas anteriormente, encontrándose que para las plantas *TIPO II*, *TIPO II CA* y *TIPO III*, el 66.7% de las estructuras presentaron un error en aproximación inferior al 5%, el 33.3% presentaron un error inferior al 15%, por lo que la curva **F2** se muestra con una buena aproximación al cálculo de las áreas de los muros de corte en planta para la dirección del "eje x". En la misma dirección para las plantas *TIPO I* y *TIPO III CA*, la curva **F2** se muestra conservadora. En cambio para la dirección del "eje y" solo las plantas del *TIPO I* y *TIPO I CA* el 66.7% de las estructuras presentaron un error en aproximación inferior al 15%, el resto presentaron un error superior al 15%, por lo tanto se podría decir que en la dirección del "eje y" la curva **F2** es muy conservadora, pero que de ante mano nos asegura una aproximación inicial de las áreas de los muros a utilizar en plantas no simétricas. Se concluye entonces que la curva **F2** es aceptable y que su uso se extendería incluso para áreas no simétricas teniendo presente el error que podría arrojar y manejar estos con el fin de aproximarnos al

verdadero valor del área de los muros de corte a utilizar para el control de los desplazamientos laterales de una estructura cualquiera.

- ❖ Analizando los periodos predominantes de las estructuras analizadas, se observó que solo en las estructuras de 4 pisos de altura, para cualquier tipo de planta y ubicación de muros de corte, sus periodos fueron levemente superiores al periodo estático que se calcula, como la *décima parte del número de pisos del edificio*, para las demás estructuras con mas de 4 pisos de altura, sus periodos se encuentran por debajo del periodo estático respectivo, por lo que se podría decir que esta expresión aproximada del cálculo del periodo predominante de la estructura ($0.1x N$), nos asegura que los desplazamientos laterales de la estructura estarán por debajo o están próximos de los limites establecidos por la norma.

RECOMENDACIONES

- ❖ Al utilizar los diagramas del cálculo de áreas de muros de corte, se recomienda primero predimensionar las columnas y vigas de la estructura, para cargas de servicio sin presencia de muros, para después elegir el tipo de ubicación de los muros en planta a utilizar. Luego recién aplicar la curva A_m (F2) en busca del área efectiva necesaria de muros de corte en planta, para el control de los desplazamientos laterales, esto con el fin de conocer previamente las dimensiones iniciales de las columnas ubicadas justo donde se quiere ubicar los muros. Teniendo estas dimensiones en ambas direcciones, se le agregará a las dimensiones efectivas de los muros calculados con la curva A_m (F2), para recién colocar las verdaderas dimensiones de los muros al análisis de la estructura. Cabe señalar que el área efectiva de los muros que calcula la curva A_m (F2), proporcionará longitudes efectivas de los muros y no las totales para plantas simétricas. Cuando se trate de plantas no simétricas como una planta rectangular, se podrá usar la curva A_m (F2)

teniendo en cuenta la tendencia del comportamiento de la estructura al ubicar muros de corte en el perímetro de su planta.

- ❖ Tener muy en cuenta los parámetros sísmicos de la estructura a edificar, ya que la curva F2 ha sido definida para ciertos parámetros especificados en cada diagrama de este trabajo, por lo que no se ha probado su uso para estructuras con otras características dinámicas, ni de altura de entrepiso diferente a los 3.00 metros. Esto no impide usarla con características diferentes, a lo mejor obtenemos buenos resultados y si son conservadores mucho mejor.

- ❖ El simple hecho de contar con herramientas de computo como los programas de análisis dinámico de estructuras, no quiere decir que olvidemos los conceptos de configuración estructural que a mi parecer son fundamentales, sin desmerecer el tiempo valioso que se gana al usar estos programas, se recomienda primero seleccionar, buscar y elegir los datos necesarios de cómo configurar una estructura, ya que es la base principal para que la estructura se comporte bien ante un evento sísmico. Por lo que se recomienda que para el buen comportamiento de una estructura ante sismos, dependerá de la buena elección de la configuración estructural, esto quiere decir más que nada en buscar siempre que el edificio sea lo más regular posible, tanto en planta como en elevación. Entonces es necesario ubicar los elementos resistentes a sismos como los muros de corte en el perímetro de la planta, la caja de ascensores lo mas cerca posible del núcleo del edificio, la altura y masa de los entresijos sean uniformes, los elementos resistentes horizontales como las vigas y losas sean uniformes en rigidez, todo esto hace que la tendencia a seguir de los futuros proyectos estructurales sean cada vez mas regulares, asegurando asi un buen comportamiento de las estructuras ante eventos sísmicos.

- ❖ En este estudio los muros estructurales fueron modelados como elementos tipo *shell*, que vienen a ser elementos finitos, no entrando en detalles en el cálculo de sus fuerzas internas, solo nos interesó los desplazamientos arrojados por el análisis sísmico. Al inicio del trabajo se

hizo una comparación de estructuras con muros modelados como columna ancha y estructuras con muros modelados como elementos del tipo *shell*, observando que para edificios de más de 8 pisos de altura, el modelo con columnas anchas arrojó desplazamientos mayores que el modelo con elementos tipo *shell*, esto quiere decir que se necesitaría aumentar las dimensiones del muro, para poder controlar los desplazamientos de la estructura, pudiendo inclusive exagerarlas, en comparación con las dimensiones del otro modelo. Además este modelo con columnas anchas dependían de otros parámetros, como el de agregar zonas rígidas en las conexiones entre los muros y las vigas, por lo que no es lo mismo agregar un factor de rigidez del 100% del total del brazo rígido, que agregar un factor del 75% del brazo rígido, o sea que a mayor brazo rígido los desplazamientos serían menores. En tal sentido se generaría una incertidumbre al elegir este factor de rigidez. Por lo tanto dependerá del proyectista elegir el método de análisis a usar, teniendo en cuenta que si usamos el método de los elementos finitos, saber elegir la precisión a trabajar y que resultados esperar de ellos, y porque no hacer combinaciones entre estos dos métodos.

Bibliografía

1. Enrique Bazán & Roberto Meli, DISEÑO SISMICO DE EDIFICIOS, Editorial Limusa México, 2da Edición, 2002.
2. Javier Pique del Pozo & Hugo Scaletti, ANALISIS SISMICO DE EDIFICIOS, Ediciones Capitulo de Ingeniería Civil Lima-Perú, 1era Edición, 1991.
3. Julio Rivera & Javier Pique del Pozo & Roberto Morales, DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE, 1era Edición, I.C.G, 2002.
4. Luís Bozzo & Horia Barbat, DISEÑO SISMORRESISTENTE DE ESTRUCTURAS , 1era Edición, I.C.G, 2002.
5. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, NORMA TECNICA DE EDIFICACION, NTE E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, Sencico, 2003.
6. PROGRAMA DE ANALISIS ESTRUCTURAL SAP2000 Versión 7.21, Computers and Structures Inc., 2000, Berkeley EUA.

Anexos

- ❖ Codificación del programa de análisis estático y predimensionamiento para estructuras simétricas “ANESBUILD”, hecha en lenguaje C++ y que ha sido creado y utilizado en el presente trabajo, con la finalidad de acelerar el cálculo de masas y dimensiones de las columnas y vigas.

```
#include<stdio.h>
#include<math.h>
#include<string.h>
void AEP(int lx,int ly,float sc,float sca,float pac,float ptm,float lmp,float mcx,float emx,float mcy,float emy,double
a1 ,double a2,double a3,double a4,float fc,double Lx[10],double Ly[10],float h[25],double H[25],float hh[25],int
n,int c1 ,int c2,int c3,int c4,float *pal,char losa[20],float B,double *t,float *z,float *u,float *s,float *tp,float *ct,float
*rx,float *ry,double *T,double *Cx,double *Cy,double asc,double LX,double LY);
void AEF(int lx,int ly,float sc,float sca,float pac,float ptm,float lmp,float mcx,float emx,float mcy,float emy,double
a1 ,double a2,double a3,double a4,float fc,double Lx[10],double Ly[10],float h[25],double H[25],float hh[25],int
n,int c1 ,int c2,int c3,int c4,float pal,char losa[20],float B,double t,float z,float u,float s,float tp,float ct,float rx,float
ry,double T,double Cx,double Cy,double asc,double LX,double LY);
void main()
{float sc,sca,pac,pal,ptm,lmp,mcx,emx,mcy,emy,z,u,s,tp,ct,rx,ry,fc,h[25],hh[25],B;
int lx,ly,op,n,c1 ,c2,c3,c4,i,j,oq=0;char losa[20];double
Cx,Cy,H[25],t,T,TT,Lx[10],Ly[10],LX=0,LY=0,a1,a2,a3,a4,asc;
printf(" PROGRAMA DE DIMENSIONAMIENTO Y ANALISIS ESTATICO\n DE EDIFICIOS DE
PLANTA SIMETRICA\n\n");
printf(" INGRESE LOS SIGUIENTES DATOS DE CARGAS, ln PLANTA Y ELEVACION:\n\n");
printf("NOTA: el eje principal debe tener la direccion del eje X\n\n");
printf("# de luces en el eje x lx=");scanf("%d",&lx);
printf("# de luces en el eje y ly=");scanf("%d",&ly);
printf("# de niveles del edificio n=");scanf("%d",&n);
printf("sobrecarga del edificio S/C(kg/m2)=");scanf("%f",&sc);
printf("sobrecarga de la azotea S/Cazo(kg/m2)=");scanf("%f",&sca);
printf("peso de acabado de piso Pac(kg/m2)=");scanf("%f",&pac);
printf("peso de tabiqueria movil Ptm(kg/m2)=");scanf("%f",&ptm);
printf("longitud de muros perimetrales si existen Lmp(m)=");scanf("%f",&lmp);
printf("longitud de efectiva de muros de corte(placas) en el eje x Mcx(m)=");scanf("%f",&mcx);
printf("espesor del muro de corte(placa) en el eje x emx(m)=");scanf("%f",&emx);
printf("longitud de efectiva de muros de corte(placas) en el eje y Mcy(m)=");scanf("%f",&mcy);
printf("espesor del muro de corte(placa) en el eje y emy(m)=");scanf("%f",&emy);
printf("# de columnas tipo C1(de un paño) C1=");scanf("%d",&c1);
printf("# de columnas tipo C2(de dos paños) C2=");scanf("%d",&c2);
printf("# de columnas tipo C3(de tres paños) C3=");scanf("%d",&c3);
printf("# de columnas tipo C4(de cuatro paños) C4=");scanf("%d",&c4);
printf("area de ascensor ASC(m^2)=");scanf("%lf",&asc);
/*printf("area tributaria A1(para C1) A1(m^2)=");scanf("%f",&a1);
printf("area tributaria A2(para C2) A2(m^2)=");scanf("%f",&a2);
printf("area tributaria A3(para C3) A3(m^2)=");scanf("%f",&a3);
printf("area tributaria A4(para C4) A4(m^2)=");scanf("%f",&a4);*/
printf("ancho tributario maximo B(m)=");scanf("%f",&B);
printf("fc(kg/cm^2)=");scanf("%f",&fc);printf("\n");
printf("ingrese las luces en el eje x\n");
for(i=1;i<=lx;i++)
{printf("Lx%d(m):",i);scanf("%lf",&Lx[i]);LX=LX+Lx[i];
}
for(i=1;i<=ly-1;i++)
{for(j=1;j<=lx-i;j++)
{if(Lx[j]<Lx[j+1])
```



```

printf("# de columnas tipo C3(de tres paños) C3=");scanf("%d",&c3);
printf("# de columnas tipo C4(de cuatro paños) C4=");scanf("%d",&c4);
printf("area de ascensor ASC(m^2)=");scanf("%f",&asc);
/*printf("area tributaria A1(para C1) A1(m^2)=");scanf("%f",&a1);
printf("area tributaria A2(para C2) A2(m^2)=");scanf("%f",&a2);
printf("area tributaria A3(para C3) A3(m^2)=");scanf("%f",&a3);
printf("area tributaria A4(para C4) A4(m^2)=");scanf("%f",&a4);*/
printf("ancho tributario maximo B(m)=");scanf("%f",&B);
printf("fc(kg/cm^2)=");scanf("%f",&fc);printf("\n");
printf("ingrese las luces en el eje x\n");
for(i=1;i<=lx;i++)
{printf("Lx%d(m):",i);scanf("%f",&Lx[i]);LX=LX+Lx[i];
}
for(i=1;i<=lx-1;i++)
{for(j=1;j<=lx-i;j++)
{if(Lx[j]<Lx[j+1])
{TT=Lx[j];
Lx[j]=Lx[j+1];
Lx[j+1]=TT;
}
}
else
{
}
}
printf("ingrese las luces en el eje y\n");
for(i=1;i<=ly;i++)
{printf("Ly%d(m):",i);scanf("%f",&Ly[i]);LY=LY+Ly[i];
}
for(i=1;i<=ly-1;i++)
{for(j=1;j<=ly-i;j++)
{if(Ly[j]<Ly[j+1])
{TT=Ly[j];
Ly[j]=Ly[j+1];
Ly[j+1]=TT;
}
}
else
{
}
}
}
/*if(lx>1)
{printf("EXISTE A3\n\n");
printf("INGRESE OPCION\n\n");
printf("(1)SI\n");
printf("(2)NO\n");
printf("or=");scanf("%d",&or);
if(or==1)
{a1=Lx[1]*Ly[1]/4;a2=Lx[1]*Ly[1]/2;a3=a1+a2;a4=Lx[1]*Ly[1];
}
else
{a1=Lx[1]*Ly[1]/4;a2=Lx[1]*Ly[1]/2;a3=0;a4=Lx[1]*Ly[1];
}
}
else
{a1=Lx[1]*Ly[1]/4;a2=0;a3=0;a4=0;
};*/
a1=Lx[1]*Ly[1]/4;a2=Lx[1]*Ly[1]/2;a3=a1+a2;a4=Lx[1]*Ly[1];
printf("ingrese las alturas de los pisos\n");
for(i=1;i<=n;i++)
{printf("h%d:",i);scanf("%f",&h[i]);
}
printf("\n");
}
if(op==1)

{AEP(lx,ly,sc,sca,pac,ptm,lmp,mcx,emx,mcy,emy,a1,a2,a3,a4,fc,Lx,Ly,h,H,hh,n,c1,c2,c3,c4,&pal,losa,B,&t,&z,&
u,&s,&tp,&ct,&rx,&ry,&T,&Cx,&Cy,asc,LX,LY);
oq=0;
printf("DESEA SALIR DEL PROGRAMA\n\n");
printf("INGRESE OPCION\n\n");
printf("(3)NO\n");
printf("(4)SI\n\n");
}

```

```

printf("op=");scanf("%d",&op);
printf("\n");
}
else
{if(op==2)
{AEF(lx,ly,sc,sca,pac,ptm,Imp,mcx,emx,mcy,emy,a1,a2,a3,a4,fc,Lx,Ly,h,H,hh,n,c1,c2,c3,c4,pal,losa,B,t,z,u,s,tp,
ct,rx,ry,T,Cx,Cy,asc,LX,LY);
oq=0;
printf("DESEA SALIR DEL PROGRAMA\n\n");
printf("INGRESE OPCION\n\n");
printf("(3)NO\n");
printf("(4)SI\n\n");
printf("op=");scanf("%d",&op);
}
else
{oq=1;
printf("DESEA SALIR DEL PROGRAMA\n\n");
printf("INGRESE OPCION\n\n");
printf("(3)NO\n");
printf("(4)SI\n\n");
printf("op=");scanf("%d",&op);
}
}
}
while(op<=3);
printf("REVISE LOS RESULTADOS\nEN EL ESCRITORIO(Carpeta ARCHIVOS DE CONCRETO)\n\n");
printf("CONSTRUCTORA FLORES S.A.\n\n");
}
void AEP(int lx,int ly,float sc,float sca,float pac,float ptm,float Imp,float mcx,float emx,float mcy,float emy,double
a1,double a2,double a3,double a4,float fc,double Lx[10],double Ly[10],float h[25],double H[25],float hh[25],int
n,int c1,int c2,int c3,int c4,float *pal,char losa[20],float B,double *t,float *z,float *u,float *s,float *tp,float *ct,float
*rx,float *ry,double *T,double *Cx,double *Cy,double asc,double LX,double LY)
{FILE *f;int q,i;float bxf,hxf,byf,hyf,b1f,h1f,b2f,h2f,b3f,h3f,b4f,h4f,sh;
double
bx,hx,by,hy,pc1,pc2,pc3,pc4,bd1,bd2,bd3,bd4,b1,h1,b2,h2,b3,h3,b4,h4,P=0,Vx,Vy,Fax,Fay,sph,Vbx[25],Vby[25
],Vv[25],Fx[25],Fy[25];
f=fopen("C:\\con_arm\\ANESBUILD.txt","w");
fprintf(f," *ANALISIS ESTATICO PRELIMINAR*\n EDIFICIO CON PLANTA DE LUCES
SIMETRICAS\n\n");
fprintf(f," Unidades Tn*m\n\n");
fprintf(f," Datos Ingresados\n\n");
fprintf(f," sobrecarga del edificio S/C(kg/m2)=%.2f\n",sc);
fprintf(f," sobrecarga de la azotea S/Ca(kg/m2)=%.2f\n",sca);
fprintf(f," peso de acabado de piso Pac(kg/m2)=%.2f\n",pac);
fprintf(f," peso de tabiqueria movil Ptm(kg/m2)=%.2f\n",ptm);
fprintf(f," longitud de muros perimetrales Lmp(m)=%.2f\n",Imp);
fprintf(f," longitud de efectiva de muros de corte(placas) en el eje x Mcx(m)=%.2f\n",mcx);
fprintf(f," espesor del muro de corte(placa) en el eje x emx(m)=%.2f\n",emx);
fprintf(f," longitud de efectiva de muros de corte(placas) en el eje y Mcy(m)=%.2f\n",mcy);
fprintf(f," espesor del muro de corte(placa) en el eje y emy(m)=%.2f\n",emy);
fprintf(f," # de columnas tipo C1(de un paño) C1=%d\n",c1);
fprintf(f," # de columnas tipo C2(de dos paños) C2=%d\n",c2);
fprintf(f," # de columnas tipo C3(de tres paños) C3=%d\n",c3);
fprintf(f," # de columnas tipo C4(de cuatro paños) C4=%d\n",c4);
fprintf(f," area tributaria A1(para C1) A1(m^2)=%.2f\n",a1);
fprintf(f," area tributaria A2(para C2) A2(m^2)=%.2f\n",a2);
fprintf(f," area tributaria A3(para C3) A3(m^2)=%.2f\n",a3);
fprintf(f," area tributaria A4(para C4) A4(m^2)=%.2f\n",a4);
fprintf(f," area planta Ap(m^2)=%.2f\n",LX*LY);
fprintf(f," area total At(m^2)=%.2f\n",LX*LY-asc);
fprintf(f," ancho tributario maximo B(m)=%.2f\n",B);
fprintf(f," fc(kg/cm^2)=%.0f\n",fc);
if((Ly[1]-.25)<=4)
{*pal=280;
*t=0.17;
strcpy(losa,"losa aligerada");
q=0;
}
else
{
}
}
if((Ly[1]-.25)>4 && (Ly[1]-.25)<=5)

```

```
{*pal=300;
*t=0.20;
strcpy(losa,"losa aligerada");
q=0;
}
else
{
}
if((Ly[1]-.25)>5 && (Ly[1]-.25)<=6)
{*pal=350;
*t=0.25;
strcpy(losa,"losa aligerada");
q=0;
}
else
{
}
if((Ly[1]-.25)>6 && (Ly[1]-.25)<=7)
{*pal=480;
*t=0.20;
strcpy(losa,"losa maciza 2D");
q=1;
}
else
{
}
if((Ly[1]-.25)>7 && (Ly[1]-.25)<=8)
{*pal=600;
*t=0.25;
strcpy(losa,"losa maciza 2D");
q=1;
}
else
{
}
if((Ly[1]-.25)>8 && (Ly[1]-.25)<=9)
{*pal=650;
*t=0.27;
strcpy(losa,"losa maciza 2D");
q=1;
}
else
{
}
if((Ly[1]-.25)>9 && (Ly[1]-.25)<=10)
{*pal=720;
*t=0.33;
strcpy(losa,"losa maciza 2D");
q=1;
}
else
{
}
if(q==0)
{bx=B/20;by=0.25;
if(bx>=0.25)
{
}
else
{bx=0.25;
}
}
if(sc<=250)
{hx=Lx[1]/11;
}
else
{
}
if(sc>250 && sc<=500)
{hx=Lx[1]/10;
}
else
{
}
}
```

```

if(sc>500 && sc<=750)
{hx=Lx[1]/9;
}
else
{
}
if(sc>750 && sc<=1000)
{hx=Lx[1]/8;
}
else
{
}
hy=pow(bx*hx*hx*hx*4,0.3333333333333333);printf("\n");
}
else
{bx=Lx[1]/20;by=Ly[1]/20;
if(Ly[1]/Lx[1]>0.67)
{if(sc<=250)
{hy=Ly[1]/13;hx=Lx[1]/13;
}
}
else
{
}
if(sc>250 && sc<=500)
{hy=Ly[1]/11;hx=Lx[1]/11;
}
}
else
{
}
if(sc>500 && sc<=1000)
{hy=Ly[1]/9;hx=Lx[1]/9;
}
}
else
{
}
}
else
{if(sc<=250)
{hy=Ly[1]/13;hx=Lx[1]/11;
}
}
else
{
}
}
if(sc>250 && sc<=500)
{hy=Ly[1]/11;hx=Lx[1]/10;
}
}
else
{
}
}
if(sc>500 && sc<=1000)
{hy=Ly[1]/9;hx=Lx[1]/8;
}
}
else
{
}
}
}
printf("\n");
printf("Redondear las siguientes dimensiones de Vigas:\n\n");
printf("Chequeo de dimensiones l/b<=30 h/b<=3 l/h>=4\n");
printf("lx/bx=%2lf hx/bx=%2lf lx/hx=%2lf",Lx[1]/bx,hx/bx,Lx[1]/hx);printf("\n");
printf("bx=%2lf",bx);printf("\n");
printf("bx final(m)=");scanf("%f",&bx);
printf("hx=%2lf",hx);printf("\n");
printf("hx final(m)=");scanf("%f",&hx);printf("\n");
printf("ly/by=%2lf hy/by=%2lf ly/hy=%2lf",Ly[1]/by,hy/by,Ly[1]/hy);printf("\n");
printf("by=%2lf",by);printf("\n");
printf("by final(m)=");scanf("%f",&by);
printf("hy=%2lf",hy);printf("\n");
printf("hy final(m)=");scanf("%f",&hy);printf("\n");
fprintf(f," Dimensiones aproximadas de vigas:\n\n");
fprintf(f," Chequeo de dimensiones l/b<=30 h/b<=3 l/h>=4\n");
fprintf(f," lx/bx=%2lf hx/bx=%2lf lx/hx=%2lf\n",Lx[1]/bx,hx/bx,Lx[1]/hx);

```

```

printf(f," bx=%2lf\n",bx);printf(f," hx=%2lf\n",hx);
printf(f," bx final(m)=%2f\n",bxf);printf(f," hx final(m)=%2f\n\n",hxf);
printf(f," ly/by=%2f hy/by=%2f ly/hy=%2f\n",Ly[1]/by,hy/by,Ly[1]/hy);
printf(f," by=%2f\n",by);printf(f," hy=%2f\n",hy);
printf(f," by final(m)=%2f\n",byf);printf(f," hy final(m)=%2f\n\n",hyf);
printf(f," %s\n",losa);
printf(f," Sobrecarga de losa=%0fkg/m^2\n",*pal);
printf(f," espesor de la losa=%2f\n\n",*t);
sh=0;
for(i=1;i<=n;i++)
{sh=sh+h[i];
}
/*printf("sh=%2f\n",sh);*/
if(a1==0)
{
}
else
{
}
pc1=2.4*(((Lx[1]*.5-bxf*.5)*bxf*hxf+(Ly[1]*.5-byf*.5)*byf*hyf)*n+(hxf*byf*sh))+a1*((*pal+pac+sc+ptm)*.001*(n-1)+(*pal+pac+sca)*.001);
pc2=2.4*(((Lx[1]*.5-bxf*.5)*bxf*hxf+(Ly[1]-byf)*byf*hyf)*n+(hxf*byf*sh))+a2*((*pal+pac+sc+ptm)*.001*(n-1)+(*pal+pac+sca)*.001);
pc3=2.4*(((Lx[1]-bxf)*bxf*hxf+(Ly[1]-byf)*byf*hyf)*n+(hxf*byf*sh))+a3*((*pal+pac+sc+ptm)*.001*(n-1)+(*pal+pac+sca)*.001);
pc4=2.4*(((Lx[1]-bxf)*bxf*hxf+(Ly[1]-byf)*byf*hyf)*n+(hxf*byf*sh))+a4*((*pal+pac+sc+ptm)*.001*(n-1)+(*pal+pac+sca)*.001);
bd1=pc1*1.5/(.2*fc*.001);b1=byf*100;h1=bd1/b1;
bd2=pc2*1.25/(.25*fc*.001);b2=byf*100;h2=bd2/b2;
bd3=pc3*1.25/(.25*fc*.001);b3=byf*100;h3=bd3/b3;
bd4=pc4*1.1/(.3*fc*.001);b4=byf*100;h4=bd4/b4;
printf("Redondear las siguientes dimensiones de columnas:\n\n");
printf("Chequeo de dimensiones b,h>=0.30m l/b<=15 h/b<=2.5 l/h<=15\n");
printf("L/b1=%2f h1/b1=%2f L/h1=%2f",h[1]*100/b1,h1/b1,h[1]*100/h1);printf("\n");
printf("L/b2=%2f h2/b2=%2f L/h2=%2f",h[1]*100/b2,h2/b2,h[1]*100/h2);printf("\n");
printf("L/b3=%2f h3/b3=%2f L/h3=%2f",h[1]*100/b3,h3/b3,h[1]*100/h3);printf("\n");
printf("L/b4=%2f h4/b4=%2f L/h4=%2f",h[1]*100/b4,h4/b4,h[1]*100/h4);printf("\n");
printf("b1=%2fcm h1=%2fcm b2=%2fcm h2=%2fcm b3=%2fcm h3=%2fcm b4=%2fcm h4=%2fcm",b1,h1,b2,h2,b3,h3,b4,h4);printf("\n");
printf("b1*h1=%2fcm^2 b2*h2=%2fcm^2 b3*h3=%2fcm^2 b4*h4=%2fcm^2",bd1,bd2,bd3,bd4);printf("\n");
printf("b1 final(m)=");scanf("%f",&b1f);
printf("h1 final(m)=");scanf("%f",&h1f);
printf("b2 final(m)=");scanf("%f",&b2f);
printf("h2 final(m)=");scanf("%f",&h2f);
printf("b3 final(m)=");scanf("%f",&b3f);
printf("h3 final(m)=");scanf("%f",&h3f);
printf("b4 final(m)=");scanf("%f",&b4f);
printf("h4 final(m)=");scanf("%f",&h4f);printf("\n");
printf(f," Dimensiones aproximadas de Columnas:\n\n");
printf(f," Chequeo de dimensiones b,h>=0.30m l/b<=15 h/b<=2.5 l/h<=15\n");
printf(f," L/b1=%2f h1/b1=%2f L/h1=%2f\n",h[1]*100/b1,h1/b1,h[1]*100/h1);
printf(f," L/b2=%2f h2/b2=%2f L/h2=%2f\n",h[1]*100/b2,h2/b2,h[1]*100/h2);
printf(f," L/b3=%2f h3/b3=%2f L/h3=%2f\n",h[1]*100/b3,h3/b3,h[1]*100/h3);
printf(f," L/b4=%2f h4/b4=%2f L/h4=%2f\n",h[1]*100/b4,h4/b4,h[1]*100/h4);
printf(f," b1=%2fcm h1=%2fcm b2=%2fcm h2=%2fcm b3=%2fcm h3=%2fcm b4=%2fcm h4=%2fcm\n",b1,h1,b2,h2,b3,h3,b4,h4);
printf(f," Raiz Cuadrada de las Areas\n");
printf(f," Raiz_Cuad_A1=%2fcm Raiz_Cuad_A2=%2fcm Raiz_Cuad_A3=%2fcm Raiz_Cuad_A4=%2fcm\n",sqrt(bd1),sqrt(bd2),sqrt(bd3),sqrt(bd4));
printf(f," b1 final(m)=%2f\n",b1f);
printf(f," h1 final(m)=%2f\n",h1f);
printf(f," b2 final(m)=%2f\n",b2f);
printf(f," h2 final(m)=%2f\n",h2f);
printf(f," b3 final(m)=%2f\n",b3f);
printf(f," h3 final(m)=%2f\n",h3f);
printf(f," b4 final(m)=%2f\n",b4f);
printf(f," h4 final(m)=%2f\n",h4f);
printf(f," Parametro de esbeltez<2.5 H/Ax=%2f\n",sh/LX);
printf(f," Parametro de esbeltez<2.5 H/Ay=%2f\n",sh/LY);
printf(f," Parametro de areas<.20 Aasc/At=%2f\n",asc(LX*LY));
for(i=1;i<=n;i++)
{H[i]=(h[i]+h[i+1])/2;
}

```

```

H[n]=h[n]*.5;
/*for(i=1;i<=n;i++)
{printf("H%d=%d.\n",i,H[i]);
}
for(i=1;i<=n;i++)
{printf("h%d=%d.\n",i,h[i]);
}*/
for(i=1;i<=n;i++)
{W[i]=c1*(a1*.001*(pal+pac+sc*.25+ptm)+2.4*((Lx[1]*.5-bxf*.5)*bxf*hyf+(Ly[1]*.5-
byf*.5)*byf*hyf+b1f*h1f*H[i]))+c2*(a2*.001*(pal+pac+sc*.25+ptm)+2.4*((Lx[1]*.5-bxf*.5)*bxf*hyf+(Ly[1]-
byf)*byf*hyf+b2f*h2f*H[i]))+c3*(a3*.001*(pal+pac+sc*.25+ptm)+2.4*((Lx[1]-bxf)*bxf*hyf+(Ly[1]-
byf)*byf*hyf+b3f*h3f*H[i]))+c4*(a4*.001*(pal+pac+sc*.25+ptm)+2.4*((Lx[1]-bxf)*bxf*hyf+(Ly[1]-
byf)*byf*hyf+b4f*h4f*H[i]))+2.4*H[i]*(mcx*emx+mcy*emy)+1.8*Imp*.15*(h[i]-hxf)-
asc*.001*(pal+pac+sc*.25+ptm);
}
W[n]=c1*(a1*.001*(pal+pac+sca*.25)+2.4*((Lx[1]*.5-bxf*.5)*bxf*hyf+(Ly[1]*.5-
byf*.5)*byf*hyf+b1f*h1f*H[n]))+c2*(a2*.001*(pal+pac+sca*.25)+2.4*((Lx[1]*.5-bxf*.5)*bxf*hyf+(Ly[1]-
byf)*byf*hyf+b2f*h2f*H[n]))+c3*(a3*.001*(pal+pac+sca*.25)+2.4*((Lx[1]-bxf)*bxf*hyf+(Ly[1]-
byf)*byf*hyf+b3f*h3f*H[n]))+c4*(a4*.001*(pal+pac+sca*.25)+2.4*((Lx[1]-bxf)*bxf*hyf+(Ly[1]-
byf)*byf*hyf+b4f*h4f*H[n]))+2.4*H[n]*(mcx*emx+mcy*emy)+1.8*Imp*.15*(h[n]-hxf)-asc*.001*(pal+pac+sca*.25);
for(i=1;i<=n;i++)
{P=P+W[i];
}
hh[0]=0; /*printf("P=%d.\n",P);*/
for(i=0;i<=n;i++)
{hh[i+1]=hh[i]+h[i+1];
}
/*for(i=1;i<=n;i++)
{printf("hh%d=%d.\n",i,hh[i]);
}*/
printf("Ingrese los parametros de Sismo:\n\n");
printf("Z=");scanf("%f",&z);
printf("U=");scanf("%f",&u);
printf("S=");scanf("%f",&s);
printf("Tp=");scanf("%f",&tp);
printf("CT=");scanf("%f",&ct);
printf("Rx=");scanf("%f",&rx);
printf("Ry=");scanf("%f",&ry);
printf("\n");
/*printf("Z=%d.\n",z);
printf("U=%d.\n",u);
printf("S=%d.\n",s);
printf("Tp=%d.\n",tp);
printf("CT=%d.\n",ct);
printf("R=%d.\n",r);*/
fprintf(f," Parametros de Sismo Utilizados\n\n");
fprintf(f," Z=%d.\n",z);
fprintf(f," U=%d.\n",u);
fprintf(f," S=%d.\n",s);
fprintf(f," Tp=%d.\n",tp);
fprintf(f," CT=%d.\n",ct);
fprintf(f," Rx=%d.\n\n",rx);
fprintf(f," Ry=%d.\n\n",ry);
*T=sh/(*ct); /*printf("T=%d.\n",*T);*/
if(2.5*(tp)/(T)<=2.5)
{*Cx=2.5*(tp)/(T); /*printf("C=%d.\n",*C);*/
}
else
{*Cx=2.5; /*printf("C=%d.\n",*C);*/
}
if((*Cx)>=0.125*(rx))
{
}
else
{*Cx=0.125*(rx); /*printf("C=%d.\n",*C);*/
}
if(2.5*(tp)/(T)<=2.5)
{*Cy=2.5*(tp)/(T); /*printf("C=%d.\n",*C);*/
}
else
{*Cy=2.5; /*printf("C=%d.\n",*C);*/
}
if((*Cy)>=0.125*(ry))

```

```

{
}
else
{Cy=0.125*(ry);/*printf("C=% .2f\n",*C);*/
}
Vx=(z)*(u)*(s)*(Cx)*P/(rx);
Vy=(z)*(u)*(s)*(Cy)*P/(ry);
/*printf("V=% .2f\n",V);*/
if((*T)>0.7)
{Fax=0.07*(T)*Vx;fprintf(f," Se aplicara Fax en la parte superior de la estructura\n\n");
if(Fax<=0.15*Vx)
{
}
else
{Fax=0.15*Vx;
}
sph=W[1]*hh[1];/*printf("sph=% .2f\n",sph);*/
for(i=2;i<=n;i++)
{sph=sph+W[i]*hh[i];
}
/*printf("sph=% .2f\n",sph);*/
for(i=1;i<=n;i++)
{Fx[i]=W[i]*hh[i]*(Vx-Fax)/sph;
}
Fx[n]=W[n]*hh[n]*(Vx-Fax)/sph+Fax;
}
else
{sph=W[1]*hh[1];
for(i=2;i<=n;i++)
{sph=sph+W[i]*hh[i];
}
for(i=1;i<=n;i++)
{Fx[i]=W[i]*hh[i]*Vx/sph;
}
/*for(i=1;i<=n;i++)
{printf("F%d=% .2f\n",i,F[i]);
}*/
}
if((*T)>0.7)
{Fay=0.07*(T)*Vy;fprintf(f," Se aplicara Fay en la parte superior de la estructura\n\n");
if(Fay<=0.15*Vy)
{
}
else
{Fay=0.15*Vy;
}
sph=W[1]*hh[1];/*printf("sph=% .2f\n",sph);*/
for(i=2;i<=n;i++)
{sph=sph+W[i]*hh[i];
}
/*printf("sph=% .2f\n",sph);*/
for(i=1;i<=n;i++)
{Fy[i]=W[i]*hh[i]*(Vy-Fay)/sph;
}
Fy[n]=W[n]*hh[n]*(Vy-Fay)/sph+Fay;
}
else
{sph=W[1]*hh[1];
for(i=2;i<=n;i++)
{sph=sph+W[i]*hh[i];
}
for(i=1;i<=n;i++)
{Fy[i]=W[i]*hh[i]*Vy/sph;
}
/*for(i=1;i<=n;i++)
{printf("F%d=% .2f\n",i,F[i]);
}*/
}
}
fprintf(f," Periodo Tf1=% .2f seg\n",*T);
fprintf(f," Periodo Tf2=% .2f seg\n",0.1*n);
fprintf(f," Periodo Tf3=% .2f seg\n",0.05*pow(sh,0.75));
fprintf(f," Coeficiente 0.7<Tf1/Ts<1.2 Tf/Ts=% .2f seg\n",*T/(*tp));
fprintf(f," Coeficiente 0.7<Tf2/Ts<1.2 Tf/Ts=% .2f seg\n",0.1*n/(*tp));

```

```

fprintf(f," Coeficiente 0.7<Tf3/Ts<1.2 Tf/Ts=%2f seg\n",0.05*pow(sh,0.75)/(tp));
fprintf(f," Coeficiente C=%2f\n",Cx);
fprintf(f," Coeficiente C=%2f\n",Cy);
fprintf(f," Cortante en la Base Vx=%2f Tn\n\n",Vx);
fprintf(f," Cortante en la Base Vy=%2f Tn\n\n",Vy);
fprintf(f," Pesos de los entrepisos(Tn)\n\n");
for(i=1;i<=n;i++)
{fprintf(f," Wnivel%d=%2f \n",i,W[i]);
}
fprintf(f,"\n");
fprintf(f," Masas de los entrepisos( w/g Tn*s^2/m)\n\n");
for(i=1;i<=n;i++)
{fprintf(f," Mnivel%d=%2f Jnivel%d=%3f \n",i,W[i]/9.81,i,W[i]*(pow(LX,2)+pow(LY,2))/(12*9.81));
}
fprintf(f,"\n");
fprintf(f," Fuerzas Inerciales en los Entrepisos eje x(Tn)\n\n");
for(i=n;i>=1;i--)
{fprintf(f," Fx%d=%2f Alturas Acumuladas hh%d=%2f Alturas de los Pisos h%d=%2f\n",i,Fx[i],hh[i],h[i]);
}
fprintf(f,"\n");
fprintf(f," Fuerzas Inerciales en los Entrepisos eje y(Tn)\n\n");
for(i=n;i>=1;i--)
{fprintf(f," Fy%d=%2f Alturas Acumuladas hh%d=%2f Alturas de los Pisos h%d=%2f\n",i,Fy[i],hh[i],h[i]);
}
fprintf(f,"\n");
fprintf(f," Cortantes en Cada Nivel eje x(Tn)\n\n");
Vbx[n]=Fx[n];
for(i=n;i>=1;i--)
{Vbx[i-1]=Vbx[i]+Fx[i-1];
}
for(i=n;i>=1;i--)
{fprintf(f," Vx%d=%2f\n",i,Vbx[i]);
}
/*for(i=1;i<=n;i++)
{fprintf("V%d=%2f\n",i,Vb[i]);*/
printf("\n");
fprintf(f,"\n");
fprintf(f,"\n");
fprintf(f," Cortantes en Cada Nivel eje y(Tn)\n\n");
Vby[n]=Fy[n];
for(i=n;i>=1;i--)
{Vby[i-1]=Vby[i]+Fy[i-1];
}
for(i=n;i>=1;i--)
{fprintf(f," Vy%d=%2f\n",i,Vby[i]);
}
/*for(i=1;i<=n;i++)
{fprintf("V%d=%2f\n",i,Vb[i]);*/
printf("\n");
fprintf(f,"\n");
fprintf(f," CONSTRUCTORA FLORES S.A.\n");
fclose(f);
}

void AEF(int lx,int ly,float sc,float sca,float pac,float ptm,float lmp,float mcx,float emx,float mcy,float emy,double
a1,double a2,double a3,double a4,float fc,double Lx[10],double Ly[10],float h[25],double H[25],float hh[25],int
n,int c1,int c2,int c3,int c4,float pal,char losa[20],float B,double t,float z,float u,float s,float tp,float ct,float rx,float
ry,double T,double Cx,double Cy,double asc,double LX,double LY)
{FILE *g;int i;float bx,hx,by,hy,sh=0,b1,h1,b2,h2,b3,h3,b4,h4;
double P=0,Vx,Vy,Fax,Fay,sph,Vbx[25],Vby[25],W[25],Fx[25],Fy[25],x[25];
g=fopen("C:\\con_arm\\ANESBUILD2.txt","w");
fprintf(g," *ANALISIS ESTATICO FINAL*\n EDIFICIO CON PLANTA DE LUCES
SIMETRICAS\n\n");
fprintf(g," Unidades Tn*m\n\n");
fprintf(g," Datos Ingresados\n\n");
fprintf(g," sobrecarga del edificio S/C(kg/m2)=%2f\n",sc);
fprintf(g," sobrecarga de la azotea S/Ca(kg/m2)=%2f\n",sca);
fprintf(g," peso de acabado de piso Pac(kg/m2)=%2f\n",pac);
fprintf(g," peso de tabiqueria movil Ptm(kg/m2)=%2f\n",ptm);
fprintf(g," longitud de muros perimetrales Lmp(m)=%2f\n",lmp);
fprintf(g," longitud efectiva de muros de corte(placas) en el eje x Mcx(m)=%2f\n",mcx);
fprintf(g," espesor del muro de corte(placa) en el eje x emx(m)=%2f\n",emx);
fprintf(g," longitud efectiva de muros de corte(placas) en el eje y Mcy(m)=%2f\n",mcy);
fprintf(g," espesor del muro de corte(placa) en el eje y emy(m)=%2f\n",emy);

```

```

printf(g, "# de columnas tipo C1(de un paño) C1=%d\n",c1);
printf(g, "# de columnas tipo C2(de dos paños) C2=%d\n",c2);
printf(g, "# de columnas tipo C3(de tres paños) C3=%d\n",c3);
printf(g, "# de columnas tipo C4(de cuatro paños) C4=%d\n",c4);
printf(g, " area tributaria A1(para C1) A1(m^2)=%2f\n",a1);
printf(g, " area tributaria A2(para C2) A2(m^2)=%2f\n",a2);
printf(g, " area tributaria A3(para C3) A3(m^2)=%2f\n",a3);
printf(g, " area tributaria A4(para C4) A4(m^2)=%2f\n",a4);
printf(g, " area planta Ap(m^2)=%2f\n",LX*LY);
printf(g, " area total At(m^2)=%2f\n",LX*LY-asc);
printf(g, " ancho tributario maximo B(m)=%2f\n",B);
printf(g, " fc(kg/cm^2)=%2f\n",fc);
printf("Ingrese las Dimensiones de las Vigas en Ambos Ejes:\n\n");
printf("bx(m)=");scanf("%f",&bx);
printf("hx(m)=");scanf("%f",&hx);
printf("by(m)=");scanf("%f",&by);
printf("hy(m)=");scanf("%f",&hy);
printf(g, " Dimensiones de Vigas:\n\n");
printf(g, " Chequeo de dimensiones l/b<=30 h/b<=3 l/h>=4\n");
printf(g, " lx/bx=%2f hx/bx=%2f lx/hx=%2f\n",Lx[1]/bx,hx/bx,Lx[1]/hx);
printf(g, " bx=%2f\n",bx);printf(g, " hx=%2f\n",hx);
printf(g, " ly/by=%2f hy/by=%2f ly/hy=%2f\n",Ly[1]/by,hy/by,Ly[1]/hy);
printf(g, " by=%2f\n",by);printf(g, " hy=%2f\n",hy);
printf(g, " %s\n",losa);
printf(g, " Sobrecarga de losa=%2fkg/m^2\n",pal);
printf(g, " espesor de la losa=%2f\n",t);
for(i=1;i<=n;i++)
{sh=sh+h[i];
}
printf("Ingrese las Dimensiones de Las Columnas:\n\n");
printf("Tipo C1 b1 (m)=");scanf("%f",&b1);
printf("Tipo C1 h1 (m)=");scanf("%f",&h1);
printf("Tipo C2 b2(m)=");scanf("%f",&b2);
printf("Tipo C2 h2(m)=");scanf("%f",&h2);
printf("Tipo C3 b3(m)=");scanf("%f",&b3);
printf("Tipo C3 h3(m)=");scanf("%f",&h3);
printf("Tipo C4 b4(m)=");scanf("%f",&b4);
printf("Tipo C4 h4(m)=");scanf("%f",&h4);printf("\n");
printf(g, " Dimensiones de las Columnas:\n\n");
printf(g, " Chequeo de dimensiones b,h>=.30m l/b<=15 h/b<=2.5 l/h<=15\n");
printf(g, " L/b1=%2f h1/b1=%2f L/h1=%2f\n",h[1]/b1,h1/b1,h[1]/h1);
printf(g, " L/b2=%2f h2/b2=%2f L/h2=%2f\n",h[1]/b2,h2/b2,h[1]/h2);
printf(g, " L/b3=%2f h3/b3=%2f L/h3=%2f\n",h[1]/b3,h3/b3,h[1]/h3);
printf(g, " L/b4=%2f h4/b4=%2f L/h4=%2f\n",h[1]/b4,h4/b4,h[1]/h4);
printf(g, " b1=%2f h1=%2f b2=%2f h2=%2f b3=%2f h3=%2f b4=%2f h4=%2f\n",b1,h1,b2,h2,b3,h3,b4,h4);
printf(g, " Parametro de esbeltez<2.5 H/Ax=%2f\n",sh/LX);
printf(g, " Parametro de esbeltez<2.5 H/Ay=%2f\n",sh/LY);
printf(g, " Parametro de areas<.20 Aasc/At=%2f\n",asc/(LX*LY));
for(i=1;i<=n;i++)
{W[i]=c1*(a1*.001*(pal+pac+sc*.25+ptm)+2.4*((Lx[1]*.5-bx*.5)*bx*hx+(Ly[1]*.5-
by*.5)*by*hy+b1*h1*H[i]))+c2*(a2*.001*(pal+pac+sc*.25+ptm)+2.4*((Lx[1]*.5-bx*.5)*bx*hx+(Ly[1]-
by)*by*hy+b2*h2*H[i]))+c3*(a3*.001*(pal+pac+sc*.25+ptm)+2.4*((Lx[1]-bx)*bx*hx+(Ly[1]-
by)*by*hy+b3*h3*H[i]))+c4*(a4*.001*(pal+pac+sc*.25+ptm)+2.4*((Lx[1]-bx)*bx*hx+(Ly[1]-
by)*by*hy+b4*h4*H[i]))+2.4*H[i]*(mcs*emx+mcy*emy)+1.8*Imp*.15*(h[i]-hx)-asc*.001*(pal+pac+sc*.25+ptm);
}
W[n]=c1*(a1*.001*(pal+pac+sca*.25)+2.4*((Lx[1]*.5-bx*.5)*bx*hx+(Ly[1]*.5-
by*.5)*by*hy+b1*h1*H[n]))+c2*(a2*.001*(pal+pac+sca*.25)+2.4*((Lx[1]*.5-bx*.5)*bx*hx+(Ly[1]-
by)*by*hy+b2*h2*H[n]))+c3*(a3*.001*(pal+pac+sca*.25)+2.4*((Lx[1]-bx)*bx*hx+(Ly[1]-
by)*by*hy+b3*h3*H[n]))+c4*(a4*.001*(pal+pac+sca*.25)+2.4*((Lx[1]-bx)*bx*hx+(Ly[1]-
by)*by*hy+b4*h4*H[n]))+2.4*H[n]*(mcs*emx+mcy*emy)+1.8*Imp*.15*(h[n]-hx)-asc*.001*(pal+pac+sca*.25);
for(i=1;i<=n;i++)
{P=P+W[i];
}
hh[0]=0;
for(i=0;i<=n;i++)
{hh[i+1]=hh[i]+h[i+1];
}
printf(g, " Parametros de Sismo Utilizados\n\n");
printf(g, " Z=%2f\n",z);
printf(g, " U=%2f\n",u);
printf(g, " S=%2f\n",s);
printf(g, " Tp=%2f\n",tp);
printf(g, " CT=%2f\n",ct);

```

```

fprintf(g, " Rx=%.2f\n\n",rx);
fprintf(g, " Ry=%.2f\n\n",ry);
T=sh/ct;
if(2.5*tp/T<=2.5)
{Cx=2.5*tp/T;
}
else
{Cx=2.5;
}
if(Cx>=0.125*rx)
{
}
else
{Cx=0.125*rx;
}
if(2.5*tp/T<=2.5)
{Cy=2.5*tp/T;
}
else
{Cy=2.5;
}
if(Cy>=0.125*ry)
{
}
else
{Cy=0.125*ry;
}
Vx=z*u*s*Cx*P/rx;Vy=z*u*s*Cy*P/ry; /*printf("V=%.2f\n",V);printf("P=%.2f\n",P);*/
if(T>0.7)
{Fax=0.07*T*Vx;fprintf(g, " Se aplicara Fax en la parte superior de la estructura\n\n");
if(Fax<=0.15*Vx)
{
}
else
{Fax=0.15*Vx;
}
sph=W[1]*hh[1];
for(i=2;i<=n;i++)
{sph=sph+W[i]*hh[i];
}
for(i=1;i<=n;i++)
{Fx[i]=W[i]*hh[i]*(Vx-Fax)/sph;
}
Fx[n]=W[n]*hh[n]*(Vx-Fax)/sph+Fax;
}
else
{sph=W[1]*hh[1];
for(i=2;i<=n;i++)
{sph=sph+W[i]*hh[i];
}
for(i=1;i<=n;i++)
{Fx[i]=W[i]*hh[i]*Vx/sph;
}
}
if(T>0.7)
{Fay=0.07*T*Vy;fprintf(g, " Se aplicara Fay en la parte superior de la estructura\n\n");
if(Fay<=0.15*Vy)
{
}
else
{Fay=0.15*Vy;
}
sph=W[1]*hh[1];
for(i=2;i<=n;i++)
{sph=sph+W[i]*hh[i];
}
for(i=1;i<=n;i++)
{Fy[i]=W[i]*hh[i]*(Vy-Fay)/sph;
}
Fy[n]=W[n]*hh[n]*(Vy-Fay)/sph+Fay;
}
else
{sph=W[1]*hh[1];
}

```

```

for(i=2;i<=n;i++)
{sph=sph+W[i]*hh[i];
}
for(i=1;i<=n;i++)
{Fy[i]=W[i]*hh[i]*Vy/sph;
}
}
fprintf(g, " Periodo Tf1=% .2f seg\n", T);
fprintf(g, " Periodo Tf2=% .2f seg\n", 0.1*n);
fprintf(g, " Periodo Tf3=% .2f seg\n", 0.05*pow(sh,0.75));
fprintf(g, " Coeficiente  $0.7 < T_{f1}/T_s < 1.2$  Tf/Ts=% .2f seg\n", T/tp);
fprintf(g, " Coeficiente  $0.7 < T_{f2}/T_s < 1.2$  Tf/Ts=% .2f seg\n", 0.1*n/tp);
fprintf(g, " Coeficiente  $0.7 < T_{f3}/T_s < 1.2$  Tf/Ts=% .2f seg\n", 0.05*pow(sh,0.75)/tp);
fprintf(g, " Coeficiente Cx=% .2f\n", Cx);
fprintf(g, " Coeficiente Cy=% .2f\n", Cy);
fprintf(g, " Cortante en la Base Vx=% .2lf Tn\n\n", Vx);
fprintf(g, " Cortante en la Base Vy=% .2lf Tn\n\n", Vy);
fprintf(g, " Pesos de los entresijos(Tn)\n\n");
for(i=1;i<=n;i++)
{fprintf(g, " Wnivel%d=% .2lf \n", i, W[i]);
}
fprintf(g, "\n");
fprintf(g, " Masas de los entresijos( w/g Tn*s^2/m)\n\n");
for(i=1;i<=n;i++)
{fprintf(g, " Mnivel%d=% .3lf Jnivel%d=% .3lf \n", i, W[i]/9.81, i, W[i]*(pow(LX,2)+pow(LY,2))/(12*9.81));
}
fprintf(g, "\n");
fprintf(g, " Fuerzas Inerciales en los Entresijos eje x(Tn)\n\n");
for(i=n;i>=1;i--)
{fprintf(g, " Fx%d=% .2lf Alturas Acumuladas hh%d=% .2f Alturas de los Pisos h%d=% .2f\n", i, Fx[i], i, hh[i], i, h[i]);
}
}
fprintf(g, "\n");
for(i=1;i<=n;i++)
{fprintf(g, " Fx%d=% .2lf\n", i, Fx[i]);
}
}
fprintf(g, "\n");
fprintf(g, " Fuerzas Inerciales en los Entresijos eje y(Tn)\n\n");
for(i=n;i>=1;i--)
{fprintf(g, " Fy%d=% .2lf Alturas Acumuladas hh%d=% .2f Alturas de los Pisos h%d=% .2f\n", i, Fy[i], i, hh[i], i, h[i]);
}
}
fprintf(g, "\n");
for(i=1;i<=n;i++)
{fprintf(g, " Fy%d=% .2lf\n", i, Fy[i]);
}
}
fprintf(g, "\n");
fprintf(g, " Cortantes en Cada Nivel eje x(Tn)\n\n");
Vbx[n]=Fx[n];
for(i=n;i>=1;i--)
{Vbx[i-1]=Vbx[i]+Fx[i-1];
fprintf(g, " Vx%d=% .2lf\n", i, Vbx[i]);
}
}
fprintf(g, "\n");
for(i=1;i<=n;i++)
{fprintf(g, " % .2lf\n", Vbx[i]);
}
}
fprintf(g, "\n");
fprintf(g, " Cortantes en Cada Nivel eje y(Tn)\n\n");
Vby[n]=Fy[n];
for(i=n;i>=1;i--)
{Vby[i-1]=Vby[i]+Fy[i-1];
fprintf(g, " Vy%d=% .2lf\n", i, Vby[i]);
}
}
fprintf(g, "\n");
for(i=1;i<=n;i++)
{fprintf(g, " % .2lf\n", Vby[i]);
}
}
fprintf(g, " Desplazamientos Maximos Totales Segun el RNC (Con altura de entresijos)\n\n");
x[0]=0;
for(i=1;i<=n;i++)
{x[i]=x[i-1]+h[i]*.007;
/*fprintf(g, " x%d(cm)=% .2lf\n", i, x[i]*100);*/
}
}

```

```
for(i=n;i>=1;i--)  
{fprintf(g," x%d(cm)=%.2f\n",i,x[i]*100);  
}  
fprintf(g,"\n");  
fprintf(g," Desplazamientos Maximos Relativos Segun el RNC (Con altura de entrepisos)\n\n");  
/*x[0]=0;*/  
for(i=1;i<=n;i++)  
{x[i]=h[i]*.007;  
/*fprintf(g," x%d(cm)=%.2f\n",i,x[i]*100);*/  
}  
for(i=n;i>=1;i--)  
{fprintf(g," x%d(cm)=%.2f\n",i,x[i]*100);  
}  
fprintf(g,"\n\n");  
fprintf(g," CONSTRUCTORA FLORES S.A.\n");  
fclose(g);  
} FIN
```

Pantalla de entrada de datos del programa "ANESBUILD"

PROGRAMA DE DIMENSIONAMIENTO Y ANALISIS ESTATICO
DE EDIFICIOS DE PLANTA SIMETRICA

INGRESE LOS SIGUIENTES DATOS DE CARGAS,
PLANTA Y ELEVACION:

NOTA: el eje principal debe tener la dirección del eje X

```
# de luces en el eje x lx=3  
# de luces en el eje y ly=3  
# de niveles del edificio n=20  
Sobrecarga del edificio S/C(kg/m2)=250  
Sobrecarga de la azotea S/Cazo(kg/m2)=150  
Peso de acabado de piso Pac(kg/m2)=100  
Peso de tabaquería móvil Ptm(kg/m2)=100  
Longitud de muros perimetrales si existen Lmp(m)=0  
Longitud de efectiva de muros de corte(placas) en el eje x  
Mcx(m)=19.00  
Espesor del muro de corte(placa) en el eje x emx(m)=0.40  
Longitud de efectiva de muros de corte(placas) en el eje y  
Mcy(m)=20.00  
Espesor del muro de corte(placa) en el eje y emy(m)=0.40  
# de columnas tipo C1(de un paño) C1=4  
# de columnas tipo C2(de dos paños) C2=8  
# de columnas tipo C3(de tres paños) C3=0  
# de columnas tipo C4(de cuatro paños) C4=4  
Área de ascensor ASC(m^2)=0  
Ancho tributario máximo B(m)=6  
f'c(kg/cm^2)=210
```

```
Ingrese las luces en el eje x  
Lx1(m):6  
Lx2(m):6  
Lx3(m):6  
Ingrese las luces en el eje y  
Ly1(m):6  
Ly2(m):6  
Ly3(m):6  
Ingrese las alturas de los pisos  
h1:3.5  
h2:3  
h3:3  
h4:3  
h5:3  
h6:3  
h7:3  
h8:3  
h9:3  
h10:3
```

h11:3
h12:3
h13:3
h14:3
h15:3
h16:3
h17:3
h18:3
h19:3
h20:3

INGRESE OPCION

(1) ANALISIS ESTADICO PRELIMINAR
(2) ANALISIS ESTADICO FINAL
(3) SALIR DEL PROGRAMA

op=1

Redondear las siguientes dimensiones de Vigas:

Chequeo de dimensiones $l/b \leq 30$ $h/b \leq 3$ $l/h \geq 4$
 $l_x/b_x = 20.00$ $h_x/b_x = 1.82$ $l_x/h_x = 11.00$
 $b_x = 0.30$
 $b_x \text{ final(m)} = .3$
 $h_x = 0.55$
 $h_x \text{ final(m)} = .55$

$l_y/b_y = 24.00$ $h_y/b_y = 2.32$ $l_y/h_y = 10.35$
 $b_y = 0.25$
 $b_y \text{ final(m)} = .3$
 $h_y = 0.58$
 $h_y \text{ final(m)} = .55$

Redondear las siguientes dimensiones de columnas:

Chequeo de dimensiones $b, h \geq 0.30\text{m}$ $l/b \leq 15$ $h/b \leq 2.5$ $l/h \leq 15$
 $L/b_1 = 11.67$ $h_1/b_1 = 8.38$ $L/h_1 = 1.39$
 $L/b_2 = 11.67$ $h_2/b_2 = 9.95$ $L/h_2 = 1.17$
 $L/b_3 = 11.67$ $h_3/b_3 = 14.31$ $L/h_3 = 0.82$
 $L/b_4 = 11.67$ $h_4/b_4 = 13.25$ $L/h_4 = 0.88$
 $b_1 = 30.00\text{cm}$ $h_1 = 251.55\text{cm}$ $b_2 = 30.00\text{cm}$ $h_2 = 298.47\text{cm}$ $b_3 = 30.00\text{cm}$ $h_3 = 429.24\text{cm}$
 $b_4 = 30.00\text{cm}$
 $h_4 = 397.54\text{cm}$

$b_1 * h_1 = 7546.50\text{cm}^2$ $b_2 * h_2 = 8954.14\text{cm}^2$ $b_3 * h_3 = 12877.29\text{cm}^2$
 $b_4 * h_4 = 11926.20\text{cm}^2$
 $b_1 \text{ final(m)} = .75$
 $h_1 \text{ final(m)} = 1$
 $b_2 \text{ final(m)} = .75$
 $h_2 \text{ final(m)} = 1.20$
 $b_3 \text{ final(m)} = 0$
 $h_3 \text{ final(m)} = 0$
 $b_4 \text{ final(m)} = 1.10$
 $h_4 \text{ final(m)} = 1.10$

Ingrese los parámetros de Sismo:

Z=0.4
U=1.0
S=1.2
Tp=0.60
CT=60
Rx=6
Ry=6

DESEA SALIR DEL PROGRAMA

INGRESE OPCION

(3) NO

(4)SI

op=3

INGRESE OPCION

- (1)ANALISIS ESTATICO PRELIMINAR
- (2)ANALISIS ESTATICO FINAL
- (3)SALIR DEL PROGRAMA

op=2

Ingrese las Dimensiones de las Vigas en Ambos Ejes:

bx(m)=.3
hx(m)=.55
by(m)=.3
hy(m)=.55

Ingrese las Dimensiones de Las Columnas:

Tipo C1 b1(m)=.75
Tipo C1 h1(m)=1
Tipo C2 b2(m)=.75
Tipo C2 h2(m)=1.2
Tipo C3 b3(m)=0
Tipo C3 h3(m)=0
Tipo C4 b4(m)=1.1
Tipo C4 h4(m)=1.1

DESEA SALIR DEL PROGRAMA

INGRESE OPCION

- (3)NO
- (4)SI

op=4

fin

Archivo de texto con los resultados que arroja el programa "ANESBUILD"

ANALISIS ESTATICO FINAL
EDIFICIO CON PLANTA DE LUCES SIMETRICAS

Unidades Tn*m

Datos Ingresados

Sobrecarga del edificio S/C(kg/m²)=250.00
Sobrecarga de la azotea S/Ca(kg/m²)=150.00
Peso de acabado de piso Pac(kg/m²)=100.00
Peso de tabaquería móvil Ptm(kg/m²)=100.00
Longitud de muros perimetrales Lmp(m)=0.00
Longitud de efectiva de muros de corte(placas) en el eje x
Mcx(m)=19.00
Espesor del muro de corte(placa) en el eje x emx(m)=0.40
Longitud de efectiva de muros de corte(placas) en el eje y
Mcy(m)=20.00
Espesor del muro de corte(placa) en el eje y emy(m)=0.40
de columnas tipo C1(de un paño) C1=4
de columnas tipo C2(de dos paños) C2=8
de columnas tipo C3(de tres paños) C3=0
de columnas tipo C4(de cuatro paños) C4=4
Área tributaria A1(para C1) A1(m²)=9.00
Área tributaria A2(para C2) A2(m²)=18.00
Área tributaria A3(para C3) A3(m²)=27.00
Área tributaria A4(para C4) A4(m²)=36.00
Area planta Ap(m²)=324.00

Area total $A_t(m^2)=324.00$
Ancho tributario máximo $B(m)=6.00$
 $f'c (kg/cm^2)=210$

Dimensiones de Vigas:

Chequeo de dimensiones $l/b \leq 30$ $h/b \leq 3$ $l/h \geq 4$
 $l_x/b_x=20.00$ $h_x/b_x=1.83$ $l_x/h_x=10.91$
 $b_x=0.30$
 $h_x=0.55$
 $l_y/b_y=20.00$ $h_y/b_y=1.83$ $l_y/h_y=10.91$
 $b_y=0.30$
 $h_y=0.55$

Losa aligerada

Sobrecarga de losa $=350kg/m^2$
Espesor de la losa $=0.25$

Dimensiones de las Columnas:

Chequeo de dimensiones $b, h \geq .30m$ $l/b \leq 15$ $h/b \leq 2.5$ $l/h \leq 15$
 $L/b_1=4.67$ $h_1/b_1=1.33$ $L/h_1=3.50$
 $L/b_2=4.67$ $h_2/b_2=1.60$ $L/h_2=2.92$
 $L/b_3=1.8$ $h_3/b_3=1.1$ $L/h_3=1.8$
 $L/b_4=3.18$ $h_4/b_4=1.00$ $L/h_4=3.18$

$b_1=0.75$ $h_1=1.00$ $b_2=0.75$ $h_2=1.20$ $b_3=0.00$ $h_3=0.00$ $b_4=1.10$
 $h_4=1.10$

Parámetro de esbeltez < 2.5 $H/A_x=3.36$
Parámetro de esbeltez < 2.5 $H/A_y=3.36$
Parámetro de áreas $< .20$ $A_{asc}/A_t=0.00$

Parámetros de Sismo Utilizados

$Z=0.40$
 $U=1.00$
 $S=1.20$
 $T_p=0.60$
 $C_T=60.00$
 $R_x=6.00$

$R_y=6.00$

Se aplicara F_{ax} en la parte superior de la estructura

Se aplicara F_{ay} en la parte superior de la estructura

Periodo $T_{f1}=1.01$ seg
Periodo $T_{f2}=2.00$ seg
Periodo $T_{f3}=1.08$ seg
Coeficiente $0.7 < T_{f1}/T_s < 1.2$ $T_f/T_s=1.68$ seg
Coeficiente $0.7 < T_{f2}/T_s < 1.2$ $T_f/T_s=3.33$ seg
Coeficiente $0.7 < T_{f3}/T_s < 1.2$ $T_f/T_s=1.81$ seg
Coeficiente $C_x=1.49$
Coeficiente $C_y=1.49$
Cortante en la Base $V_x=1110.61$ Tn

Cortante en la Base $V_y=1110.61$ Tn

Pesos de los entrepisos(T_n)

$w_{nivel1}=491.61$
 $w_{nivel2}=473.23$
 $w_{nivel3}=473.23$
 $w_{nivel4}=473.23$
 $w_{nivel5}=473.23$
 $w_{nivel6}=473.23$
 $w_{nivel7}=473.23$
 $w_{nivel8}=473.23$
 $w_{nivel9}=473.23$
 $w_{nivel10}=473.23$
 $w_{nivel11}=473.23$
 $w_{nivel12}=473.23$
 $w_{nivel13}=473.23$
 $w_{nivel14}=473.23$

Wnivel15=473.23
 Wnivel16=473.23
 Wnivel17=473.23
 Wnivel18=473.23
 Wnivel19=473.23
 Wnivel20=322.43

Masas de los entrepisos(w/g Tn*s²/m)

Mnivel1=50.114	Jnivel1=2706.137
Mnivel2=48.240	Jnivel2=2604.940
Mnivel3=48.240	Jnivel3=2604.940
Mnivel4=48.240	Jnivel4=2604.940
Mnivel5=48.240	Jnivel5=2604.940
Mnivel6=48.240	Jnivel6=2604.940
Mnivel7=48.240	Jnivel7=2604.940
Mnivel8=48.240	Jnivel8=2604.940
Mnivel9=48.240	Jnivel9=2604.940
Mnivel10=48.240	Jnivel10=2604.940
Mnivel11=48.240	Jnivel11=2604.940
Mnivel12=48.240	Jnivel12=2604.940
Mnivel13=48.240	Jnivel13=2604.940
Mnivel14=48.240	Jnivel14=2604.940
Mnivel15=48.240	Jnivel15=2604.940
Mnivel16=48.240	Jnivel16=2604.940
Mnivel17=48.240	Jnivel17=2604.940
Mnivel18=48.240	Jnivel18=2604.940
Mnivel19=48.240	Jnivel19=2604.940
Mnivel20=32.867	Jnivel20=1774.826

Fuerzas Inerciales en los Entrepisos eje x(Tn)

Fx20=146.92	Alturas Acumuladas hh20=60.50	Alturas de los Pisos h20=3.00
Fx19=95.60	Alturas Acumuladas hh19=57.50	Alturas de los Pisos h19=3.00
Fx18=90.61	Alturas Acumuladas hh18=54.50	Alturas de los Pisos h18=3.00
Fx17=85.62	Alturas Acumuladas hh17=51.50	Alturas de los Pisos h17=3.00
Fx16=80.63	Alturas Acumuladas hh16=48.50	Alturas de los Pisos h16=3.00
Fx15=75.65	Alturas Acumuladas hh15=45.50	Alturas de los Pisos h15=3.00
Fx14=70.66	Alturas Acumuladas hh14=42.50	Alturas de los Pisos h14=3.00
Fx13=65.67	Alturas Acumuladas hh13=39.50	Alturas de los Pisos h13=3.00
Fx12=60.68	Alturas Acumuladas hh12=36.50	Alturas de los Pisos h12=3.00
Fx11=55.70	Alturas Acumuladas hh11=33.50	Alturas de los Pisos h11=3.00
Fx10=50.71	Alturas Acumuladas hh10=30.50	Alturas de los Pisos h10=3.00
Fx9=45.72	Alturas Acumuladas hh9=27.50	Alturas de los Pisos h9=3.00
Fx8=40.73	Alturas Acumuladas hh8=24.50	Alturas de los Pisos h8=3.00
Fx7=35.75	Alturas Acumuladas hh7=21.50	Alturas de los Pisos h7=3.00
Fx6=30.76	Alturas Acumuladas hh6=18.50	Alturas de los Pisos h6=3.00
Fx5=25.77	Alturas Acumuladas hh5=15.50	Alturas de los Pisos h5=3.00
Fx4=20.78	Alturas Acumuladas hh4=12.50	Alturas de los Pisos h4=3.00
Fx3=15.79	Alturas Acumuladas hh3=9.50	Alturas de los Pisos h3=3.00
Fx2=10.81	Alturas Acumuladas hh2=6.50	Alturas de los Pisos h2=3.00
Fx1=6.05	Alturas Acumuladas hh1=3.50	Alturas de los Pisos h1=3.50

Fuerzas Inerciales en los Entrepisos eje y(Tn)

Fy20=146.92	Alturas Acumuladas	hh20=60.50	Alturas de los Pisos
h20=3.00			
Fy19=95.60	Alturas Acumuladas	hh19=57.50	Alturas de los Pisos
h19=3.00			
Fy18=90.61	Alturas Acumuladas	hh18=54.50	Alturas de los Pisos
h18=3.00			
Fy17=85.62	Alturas Acumuladas	hh17=51.50	Alturas de los Pisos
h17=3.00			
Fy16=80.63	Alturas Acumuladas	hh16=48.50	Alturas de los Pisos
h16=3.00			
Fy15=75.65	Alturas Acumuladas	hh15=45.50	Alturas de los Pisos
h15=3.00			
Fy14=70.66	Alturas Acumuladas	hh14=42.50	Alturas de los Pisos
h14=3.00			
Fy13=65.67	Alturas Acumuladas	hh13=39.50	Alturas de los Pisos
h13=3.00			
Fy12=60.68	Alturas Acumuladas	hh12=36.50	Alturas de los Pisos
h12=3.00			
Fy11=55.70	Alturas Acumuladas	hh11=33.50	Alturas de los Pisos
h11=3.00			
Fy10=50.71	Alturas Acumuladas	hh10=30.50	Alturas de los Pisos
h10=3.00			
Fy9=45.72	Alturas Acumuladas	hh9=27.50	Alturas de los Pisos
h9=3.00			
Fy8=40.73	Alturas Acumuladas	hh8=24.50	Alturas de los Pisos
h8=3.00			
Fy7=35.75	Alturas Acumuladas	hh7=21.50	Alturas de los Pisos
h7=3.00			
Fy6=30.76	Alturas Acumuladas	hh6=18.50	Alturas de los Pisos
h6=3.00			
Fy5=25.77	Alturas Acumuladas	hh5=15.50	Alturas de los Pisos
h5=3.00			
Fy4=20.78	Alturas Acumuladas	hh4=12.50	Alturas de los Pisos
h4=3.00			
Fy3=15.79	Alturas Acumuladas	hh3=9.50	Alturas de los Pisos h3=3.00
Fy2=10.81	Alturas Acumuladas	hh2=6.50	Alturas de los Pisos h2=3.00
Fy1=6.05	Alturas Acumuladas	hh1=3.50	Alturas de los Pisos h1=3.50

Cortantes en Cada Nivel eje x(Tn)

Vx20=146.92
 Vx19=242.52
 Vx18=333.13
 Vx17=418.75
 Vx16=499.39
 Vx15=575.03
 Vx14=645.69
 Vx13=711.37
 Vx12=772.05
 Vx11=827.75
 Vx10=878.45
 Vx9=924.17
 Vx8=964.91
 Vx7=1000.65
 Vx6=1031.41
 Vx5=1057.18
 Vx4=1077.96
 Vx3=1093.76
 Vx2=1104.56
 Vx1=1110.61

Cortantes en Cada Nivel eje y(Tn)

Vy20=146.92
 Vy19=242.52
 Vy18=333.13
 Vy17=418.75
 Vy16=499.39
 Vy15=575.03
 Vy14=645.69
 Vy13=711.37
 Vy12=772.05

Vy11=827.75
Vy10=878.45
Vy9=924.17
Vy8=964.91
Vy7=1000.65
Vy6=1031.41
Vy5=1057.18
Vy4=1077.96
Vy3=1093.76
Vy2=1104.56
Vy1=1110.61

Desplazamientos Máximos Totales Según el RNC (Con altura de entrepisos)

x20(cm)=42.35
x19(cm)=40.25
x18(cm)=38.15
x17(cm)=36.05
x16(cm)=33.95
x15(cm)=31.85
x14(cm)=29.75
x13(cm)=27.65
x12(cm)=25.55
x11(cm)=23.45
x10(cm)=21.35
x9(cm)=19.25
x8(cm)=17.15
x7(cm)=15.05
x6(cm)=12.95
x5(cm)=10.85
x4(cm)=8.75
x3(cm)=6.65
x2(cm)=4.55
x1(cm)=2.45

Desplazamientos Máximos Relativos Según el RNC (Con altura de entrepisos)

x20(cm)=2.10
x19(cm)=2.10
x18(cm)=2.10
x17(cm)=2.10
x16(cm)=2.10
x15(cm)=2.10
x14(cm)=2.10
x13(cm)=2.10
x12(cm)=2.10
x11(cm)=2.10
x10(cm)=2.10
x9(cm)=2.10
x8(cm)=2.10
x7(cm)=2.10
x6(cm)=2.10
x5(cm)=2.10
x4(cm)=2.10
x3(cm)=2.10
x2(cm)=2.10
x1(cm)=2.45

FLORES S.A.